editora
unesp

Maria Izabel Camargo Mathias (Org.)

Guia básico de morfologia interna de carrapatos ixodídeos

Guia básico de morfologia interna de carrapatos ixodídeos

MARIA IZABEL CAMARGO
MATHIAS (ORG.)

GUIA BÁSICO DE MORFOLOGIA INTERNA DE CARRAPATOS IXODÍDEOS

editora
unesp

Direitos de publicação reservados à:
Fundação Editora da UNESP (FEU)

Praça da Sé, 108
01001-900 – São Paulo – SP
Tel.: (0xx11) 3242-7171
Fax: (0xx11) 3242-7172
www.editoraunesp.com.br
feu@editora.unesp.br

CIP – Brasil. Catalogação na fonte
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

G971

Guia básico de morfologia interna de carrapatos ixodídeos / Organização Maria Izabel Camargo Mathias. São Paulo: Editora Unesp, 2013.

Recurso digital, il.
Formato: ePDF
Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-85-393-0480-6 (recurso eletrônico)

1. Artrópodes – Brasil. 2. Carrapatos – Morfologia. 3. Livros eletrônicos. I. Mathias, Maria Izabel Camargo.

13-04844 CDD: 595.0981
CDU: 595.0981

Este livro é publicado pelo projeto Edição de Textos de Docentes e
Pós-Graduados da UNESP – Pró-Reitoria de Pós-Graduação
da UNESP (PROPG) / Fundação Editora da UNESP (FEU)

Editora afiliada:

Sumário

Prefácio

Dentre os Arthropoda, os carrapatos, parasitas hematófagos de vertebrados, têm sido objeto de preocupação da população mundial, visto que, além de veicular patógenos a seus hospedeiros, podem trazer prejuízos à produção de leite, carne e couro, quando infestam animais de produção.

Destacam-se também as implicações desses ectoparasitas na sociedade urbana, em que espécies que têm como hospedeiros preferenciais cães e gatos adquiriram resistência a métodos artificiais de controle e o consequente sucesso adaptativo, tornando-se uma problemática no ambiente doméstico.

Diante disso, pesquisas nas mais diversas áreas são importantes para a integração dos conhecimentos sobre biologia, morfologia, comportamento e genética de carrapatos e para o desenvolvimento de estratégias que impeçam a disseminação desses animais.

Nesse sentido, por incentivo do professor Gervásio Henrique Bechara, nosso grupo de pesquisa retomou, em 2001, os estudos morfológicos de diferentes espécies e órgãos de ixodídeos que haviam cessado na década de 1980. Com o aprimoramento de técnicas, informações inéditas foram obtidas, e o sucesso estimulou a instauração, em 2004, do Brazilian Central of Studies on Ticks Morphology (BCSTM), formado por alunos de graduação e de pós-

graduação, pós-doutorandos e pesquisadores de outras universidades e institutos de pesquisa. O empenho e o esforço desse grupo resultaram em muitos trabalhos publicados em revistas internacionalmente reconhecidas, tratando especificamente da morfologia externa e dos diferentes órgãos destes artrópodes.

Por meio de imagens, esta obra tem por objetivo auxiliar profissionais que têm interesse no entendimento da organização tecidual, suprindo a deficiência ou a superficialidade que vínhamos enfrentando quando o assunto era morfologia interna de carrapatos.

Agradeço a colaboração de todos os pesquisadores envolvidos na elaboração deste atlas e desejo que seja de grande valia a todos os interessados nas pesquisas com carrapatos.

Maria Izabel Camargo Mathias

Introdução

Gervásio H. Bechara

> *Um carrapato cravou-se na perna de D. João. Foi retirado, mas a infecção provocada se espalhou e a perna inchou. O médico de D. João ordenou o que era, para a realeza de Portugal na época, uma medida radical. A perna deveria ser regularmente banhada com água do mar... O tratamento durou meses, mas a infecção era renitente e a perna continuou ulcerada.*
>
> Patrick Wilcken,
> *Império à Deriva*, 2004

Carrapatos são ectoparasitas pertencentes ao filo Arthropoda, classe Aracnida, ordem Acari e subordem Ixodida, que por sua vez compreende três famílias: Argasidae, Nutallielidae e Ixodidae. A fauna brasileira de ixodídeos conta com aproximadamente 57 espécies descritas (Guimarães et al., 2001) Algumas delas parasitam animais de produção como o boi e o cavalo, e outras infestam animais de companhia como o cão. Dentre essas, merecem destaque *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (carrapato-de-boi), *Amblyomma cajennense* (carrapato-estrela) e *Rhipicephalus sanguineus* (carrapato-vermelho-do-cão ou carrapato-

do-cão). E, mais recentemente, *Amblyomma triste* por seu possível papel como vetor de *Rickettsia rickettsii*, agente da febre maculosa brasileira, zoonose reemergente de importância em Saúde Pública principalmente nos estados do Sul e Sudeste brasileiros, e *Amblyomma brasiliense*, cujas formas imaturas parasitam o homem, embora se desconheça ainda seu potencial vetorial de agentes patogênicos.

Importância econômico-sanitária dos carrapatos

Os carrapatos são de grande importância sanitária e econômica por veicularem diversos biopatógenos ao homem e aos animais domésticos e selvagens, e por desvalorizarem o couro e outros produtos animais. Por sua ação espoliadora, os carrapatos produzem em seus hospedeiros solução de continuidade cutânea durante o repasto sanguíneo, determinando consideráveis perdas econômicas na produção animal. De fato, somando-se os gastos mundiais com programas de controle do carrapato, especialmente os químicos, os prejuízos são bastante elevados, estimando-se uma perda global anual em US$ 8 bilhões (Rechav, 1992). No Brasil, dados recentes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) mostram que o prejuízo econômico anual causado por *R. (B.) microplus* (carrapato-de-boi) é da ordem de US$ 2 bilhões (Grisi et al., 2002), incluídos os gastos com acaricidas químicos, crescimento retardado, redução no consumo de alimentos, queda na produção, baixa fertilidade e alta mortalidade.

Rhipicephalus (Boophilus) microplus (carrapato-de-boi)

R. (B.) microplus é um carrapato monoxeno pertencente à família Ixodidae e considerado o principal e o mais importante ectoparasita que acomete os bovinos entre os paralelos 32° Norte e Sul. Estima-se que esse ectoparasita, juntamente com as doenças transmitidas, anaplasmose e babesiose ("Tristeza Parasitária Bovina"), é responsável

por perdas anuais de aproximadamente US$ 2 bilhões de dólares somente no Brasil (Grisi et al., 2002), associadas a sua ação direta traumática sobre a pele do hospedeiro, e espoliativa quando de seu repasto sanguíneo.

Segundo Brown (1988), os carrapatos surgiram como ectoparasitas economicamente importantes com a comunicação de Smith e Kilborne em 1892 sobre a transmissão pelo carrapato *Boophilus microplus* do patógeno da febre do Texas, identificado inicialmente como *Pyrosoma bigeminum*, e mais tarde como *Babesia bigemina*.

Amblyomma cajennense (carrapato-estrela)

A. cajennense é um carrapato trioxeno encontrado frequentemente infestando equídeos, seus hospedeiros preferenciais. Entretanto, em função de sua baixa especificidade parasitária por hospedeiros, principalmente nos estágios imaturos ("micuins"), ele pode parasitar outros mamíferos como bovídeos, cervídeos, canídeos domésticos e selvagens, além de aves, anfíbios, répteis, roedores e o próprio homem (Lopes et al., 1998; Oliveira et al., 2003). É um carrapato amplamente distribuído no continente americano, encontrando-se desde o sudoeste dos Estados Unidos, Américas Central e do Sul, à exceção do Chile e Uruguai e ao longo da costa atlântica, até o norte da Argentina (Kohls, 1956).

Importância crescente vem sendo dada a seu potencial na transmissão de zoonoses. Neste contexto, é conhecida sua capacidade de transmitir ao homem o bioagente da febre maculosa, *Rickettsia rickettsii* (Pereira; Labruna, 1998; Guedes et al., 2005). No Brasil, essa doença foi diagnosticada pela primeira vez em 1929, no estado de São Paulo. A partir de então, muitos casos de febre maculosa têm sido frequentemente notificados nos estados de Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo (São Paulo, 2002).

Linthicum et al. (1991) conduziram experimentos demonstrando que o vírus da encefalomielite equina venezuelana (VEE) pode infectar *A. cajennense* em laboratório e que o carrapato é capaz de manter e transmitir o vírus, podendo estar envolvido no ciclo epizoótico dessa

doença. Em áreas de ocorrência de doença de Lyme-símile no Brasil, *A. cajennense* é encontrado naturalmente infectado com espiroquetídeos (Yoshinari et al., 1995, 1997, 1999 apud Guimarães et al., 2001; Barros-Battesti et al., 2000).

Além da hematofagia intensa, *A. cajennense* é citado na literatura como responsável pela inoculação de toxinas com efeitos paralisantes e, muitas vezes, fatais para alguns de seus hospedeiros (Serra-Freire, 1983).

Merece destaque a afirmativa de Uilenberg et al. (1984) de que espécies neotropicais de carrapatos, como *A. cajennense, A. maculatum* e *A. dissimile*, são vetores potenciais de bioagentes em ilhas da região do Caribe e, portanto, capazes de transmitir, em condições experimentais, dentre outros patógenos, *Ehrlichia ruminantium* aos animais, agente do "coração d'água" (*heart water*), doença de pequenos e grandes ruminantes na África.

Rhipicephalus sanguineus (carrapato-do-cão)

Segundo Pegram e colaboradores (1987) e Hoskins e Woody (1991), *Rhipicephalus sanguineus* é a espécie de carrapato de maior disseminação mundial na atualidade, provavelmente pela ampla distribuição de seu hospedeiro *R. sanguineus*, que pode completar seu ciclo de vida completo em um ambiente doméstico e atingir níveis insuportáveis em pouco tempo; é o vetor de diversos patógenos de importância para os cães, incluindo os agentes da babesiose, hemobartonelose, hepatozoonose e erlichiose. A participação deste carrapato na transmissão de vários outros agentes infecciosos, inclusive para o homem, é ainda motivo de investigação (Parker; Wilson, 1979; Stephen; Achyutharao, 1980; Péter et al., 1984; Simpson et al., 1991; Mumcuoglu et al., 1993).

O cão é o hospedeiro natural do carrapato *R. sanguineus* (Theis; Budwiser, 1974; Randolph, 1979). Uma característica relevante desta relação é a ausência do desenvolvimento de resistência em cães ao carrapato *R. sanguineus* mesmo após diversas infestações (Chabaud,

1950; Theis; Budwiser, 1974; Szabó et al., 1995a). Por outro lado, roedores de laboratório, como o *hamster*, coelho e especialmente a cobaia desenvolvem marcada resistência a esta espécie de carrapato após a primeira infestação (Chabaud, 1950; Garin; Grabarev, 1972; Szabó et al., 1995a).

Esta suscetibilidade do cão ao carrapato *R. sanguineus* indica haver uma indução de resposta imune ineficaz ou uma modulação, pelo parasita, das vias efetoras da resistência do hospedeiro. A resposta imunoinflamatória do cão e da cobaia (Theis; Budwiser, 1974; Szabó et al., 1995b; Szabó; Bechara, 1999) é caracterizada por um predomínio de granulócitos neutrófilos no ponto de fixação dos carrapatos em cães, tanto na primeira infestação como na situação imune, após diversas infestações. Por outro lado, observou-se a presença de apenas raras células mononucleares no infiltrado e cuja participação no processo é duvidosa. Células mononucleares estão normalmente envolvidas com o estabelecimento da resposta imune, por meio da apresentação de antígenos capturados na área de lesão, modulação da reação pela produção de citocinas e expressão da resposta imune, quer pela ativação de fagócitos quer por atuação direta de componentes como anticorpos e células citotóxicas (Abbas et al., 2000). Os linfonodos regionais são responsáveis pela expansão clonal dos linfócitos selecionados para participarem da reação aos antígenos processados e apresentados.

Amblyomma triste

Amblyomma triste Koch foi o primeiro ixodídeo descrito em 1844 no Uruguai. Sua distribuição geográfica é restrita à América do Sul, particularmente na Argentina (Ivancovich, 1980), Brasil (SP, PR, RS) (Kohls, 1956; Szabó et al., 2003), Equador (Keirans, 1984) e Uruguai (Venzal et al., 2008).

O carrapato *A. triste* foi reportado em rebanhos do Equador (Keirans, 1984) e em cães e humanos na Argentina (Ivancovich, 1980) e Uruguai (Venzal et al., 2008). Merece destacar que, neste último país, recentemente detectou-se em seres humanos a febre

botonosa do Mediterrâneo, causada por *Rickettsia conorii*, que parece ter sido transmitida por *A. triste* (Conti Diaz, 2001). No Brasil, há poucos registros de hospedeiros dessa espécie de carrapato; dentre eles destacam-se a anta (*Tapirus sp.*) (Kohls, 1956), o cão doméstico (Freire, 1967), a capivara (*Hydrochaeris hidrochaeris*) (Sinkoc et al., 1997, 1998), o tamanduá (*Myrmecophaga trydactyla*) (Labruna et al., 2002), o gambá (Sinkoc et al., 1997) e o cervo do pantanal (*Blastocerus dichotomus*) (Szabó et al., 2003).

Um recente campo de estudos apontou o cervo do pantanal como o hospedeiro primário natural do adulto de *A. triste* no Brasil (Szabó et al., 2003). Entretanto, outras espécies estão se comportando como hospedeiro primário no Uruguai, onde o cervo do pantanal está extinto (Tomas et al., 1997). Os cães são suspeitos de ser um desses hospedeiros primários, pois foram encontrados intensamente infestados por carrapatos adultos de *A. triste* em algumas partes do Uruguai (Venzal et al., 2001).

Pouco ou quase nada se sabe sobre a biologia e morfologia de *A triste*; na verdade, foram encontrados em hospedeiros apenas os estágios adultos do carrapato por Szabó et al. (2003) ao examinarem mais de 200 cervos do pantanal infestados. Embora o estágio adulto de *A. triste* tem sido frequentemente encontrado, nenhum carrapato da espécie na forma imatura (larva ou ninfa) foi ainda registrado no Brasil. Os únicos registros de hospedeiro para o estágio imaturo de *A. triste* vêm do Uruguai, encontrado em marsupiais *Monodelphis dimidiata* e pequenos roedores *Scapteromys tumidus*, *Oxymyterus nasutus* e *Oligomysorys flavescens* (Venzal; Fregueiro, 1999).

Morfologicamente, o macho de *A. triste* apresenta festões com tubérculos quitinosos nos ângulos internos. A mancha marrom central do escudo não é interrompida na porção mediana onde está localizada a fóvea, e possui o hipostômio 3/3. Apresenta a coxa I com dois espinhos muito desproporcionados, sendo o externo longo e o interno quase obsoleto, dos quais um em geral cobre o artículo seguinte, ou se ambos o cobrem, não alcançam a metade desse artículo. Estão presentes também o escudo castanho com faixas esbranquiçadas e esporões nos pré-tarsos II, III e IV. A coxa IV apresenta um só espinho tão ou mais

longo que o comprimento do artículo e o sulco marginal distinto, limitando posteriormente todos os festões. Já a fêmea possui festões com tubérculos quitinosos nos ângulos internos, a mancha marrom central do escudo contínua, não interrompida na porção posterior por uma borda esbranquiçada. Possui o hipostômio 3/3, apresenta a coxa I com dois espinhos muito desproporcionados, sendo o externo quase obsoleto; possui o escudo castanho com faixas esbranquiçadas e esporões nos pré-tarsos II, III e IV. A coxa IV apresenta um só espinho (Guimarães et al., 2001; Barros-Battesti et al., 2006).

Amblyomma brasiliense

Tal espécie de carrapato é distribuída em países do Cone Sul, principalmente na Argentina, Paraguai e Brasil (RJ, SP, ES, PA, MG) (Aragão, 1936); e, apesar de ser um dos representantes da fauna ixodológica silvestre brasileira, são poucos os relatos a seu respeito. Recentemente, esta espécie foi encontrada em trilhas de animais em uma reserva de Mata Atlântica no Parque Estadual de Intervales, no sul do Estado de São Paulo (Szabó et al., 2003).

Espécie comum parasitando o porco-do-mato (*Tayassu tajacu* e *Tayassu albirostris*), também ocorre em menor número no queixada (*Tayassu pecari*), paca (*Agouti paca*), cutia (*Dasyprocta agouti*), capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) e anta (*Tapirus terrestris*). Já foi assinalada também na ave jacupemba (*Penelope superciliaris*) (Guimarães et al., 2001).

Nas matas em que porcos-do-mato são abundantes, o homem é muito atacado por esta espécie, por suas formas imaturas, principalmente larvas, todavia desconhece-se sua capacidade vetorial de bioagentes para seres humanos ou animais. De fato, Szabó et al. (2006) observaram que humanos podem servir de hospedeiro para ninfas de *A. brasiliense* e *A. incisum*, permitindo seu desenvolvimento.

Morfologicamente, os machos possuem a coxa I com dois espinhos, as coxas II e III com dois tubérculos, a IV com um espinho externo e um interno reduzido a um pequeno tubérculo, escudo castanho claro, com manchas amareladas e festões prolongados por lâminas quitinosas,

salientes, não incisadas. Por seu lado, as fêmeas possuem tubérculos quitinosos nos ângulos internos dos festões, base dorsal do gnatossoma retangular com os ângulos posterolaterais salientes, tubérculos quitinosos em todos os festões exceto no festão central, escudo com bordo escuro e centro acobreado, espinhos da coxa I curtos, o interno correspondendo à metade do comprimento do externo (Guimarães et al., 2001, Barros-Battesti et al., 2006).

Métodos tradicional e alternativo de controle de carrapatos

Embora os acaricidas químicos representem o método tradicional e ainda mais utilizado de controle do carrapato, eles apresentam uma série de desvantagens, como contaminação do ambiente e de produtos de origem animal como carne e leite, além de, com o passar do tempo, levar à aquisição de resistência dos ácaros aos produtos, exigindo da indústria farmacêutica o desenvolvimento de novas moléculas.

Portanto, a pesquisa de métodos de controle do carrapato, alternativo ao químico, faz-se necessária. Um dos mais utilizados pela classe produtora é o manejo animal via rotação de pastagens. Por outro lado, o conceito da imunidade adquirida por determinadas espécies a carrapatos como uma característica herdável presente em certos fenótipos tem sido empregado com sucesso no desenvolvimento de raças mais resistentes ao ácaro. De fato, o cruzamento de bovinos de raças europeias (suscetíveis) com raças indianas (resistentes) tem gerado produtos sabidamente mais resistentes ao carrapato *R. microplus*.

Pesquisas com o emprego de fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* (Bittencourt et al., 1994, 1999; Samish et al., 2001; Garcia et al., 2005), e de vacinas anticarrapato têm demonstrado também relativa eficácia no controle desses ectoparasitas. Neste sentido, Willadsen et al. (1989) isolaram uma glicoproteína, de 86 kDa da membrana intestinal de uma amostra de *R. microplus* australiana e denominaram essa proteína de Bm86, que foi empregada no desenvolvimento das vacinas anticarrapato

australiana (TickGard®) e cubana (Gavac®). Vacinas contendo essa proteína atuam por meio da produção de anticorpos anti-Bm86, com o possível envolvimento do complemento e outros mecanismos efetores (García-García et al., 1998), com lise das células intestinais do ectoparasita. O resultado final é a redução do número de carrapatos que completam seu ciclo de vida e menor fertilidade dos carrapatos sobreviventes (Tellan et al., 1992; Rodriguez et al., 1994). De fato, recentemente, Perez-Perez et al. (2010) verificaram moderada eficácia do antígeno Bm86 contra formas imaturas e adultas de *Rhipicephalus sanguineus* (carrapato-do-cão).

Resposta imune ao carrapato

Vários estudos têm sido realizados na tentativa de compreender melhor os mecanismos envolvidos na relação carrapato x hospedeiros. Os primeiros ensaios sobre aquisição de resistência a carrapatos foram realizados por Trager (1939) em cobaias submetidas a infestações com larvas de *Dermacentor variabilis*. O autor sugeriu que a aquisição de resistência (*imunidade adquirida* ou *adaptativa*) era mediada imunologicamente ao demonstrar transferência de resistência pelo soro, sucesso na imunização de animais com extratos de carrapatos e existência de um grau de resistência cruzada entre *D. variabilis* e *D. andersoni*. Desde então, vários trabalhos têm confirmado a aquisição de resistência por cobaias e coelhos por meio de infestações sucessivas ou por meio de vacinação com extratos de carrapatos, que acabam por ativar mecanismos efetores e mediadores imunológicos, com a produção de citocinas, anticorpos e a participação do sistema do complemento e de células de defesa a diferentes espécies de ixodídeos (Allen, 1973; Wikel; Allen, 1976; Askenase, 1977; Bechara et al., 1994; Szabó et al.,1995a).

Dentre as células de defesa, os basófilos desempenham importante papel na resistência a carrapatos, sendo a expressão da aquisição dessa imunidade reduzida pelo uso de soro antibasófilo; eosinófilos são também importantes no desenvolvimento dessa resistência (Brown et al., 1982). A degranulação de basófilos está associada à liberação de

histamina e serotonina que, em concentrações semelhantes àquelas encontradas em fluidos de vesículas epidermais, inibem a alimentação, salivação e o destaque de carrapatos (Paine et al., 1983).

Uma reação de hipersensibilidade do tipo basofílica foi detectada por Szabó e Bechara (1999) em cobaias pré-sensibilizadas pelo carrapato *Rhipicephalus sanguineus* via infestações sucessivas com adultos desse ixodídeo. Destaque-se que cobaias, mas não cães domésticos ou cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*), desenvolvem marcada resistência a essa mesma espécie de carrapato já a partir de uma segunda infestação (Szabó et al., 1995a; Ferreira; Bechara, 1995).

Ainda, frente à injeção intradérmica de extrato de carrapato *R. sanguineus* adulto, o cão doméstico desenvolve apenas uma reação de hipersensibilidade do tipo imediata (*imunidade humoral*), enquanto a cobaia responde com reações dos tipos imediata bem como tardia (*imunidade celular*) (Szabó et al., 1995b). Isso faz crer que, pelo menos nessa relação parasito-hospedeiro, ao lado dos basófilos, o braço celular da resposta imune parece desempenhar papel crucial no mecanismo de resistência ao carrapato.

Resposta semelhante à do cão após infestações sucessivas com carrapatos *R. sanguineus* foi observada em camundongos e associada com um perfil Th2 de citocinas, mais relacionado a uma resposta imune humoral, mediada por anticorpos (Ferreira; Silva, 1998, 1999).

O mecanismo pelo qual a imunidade é expressa varia de acordo com as espécies de hospedeiro e carrapato envolvidas na relação parasito-hospedeiro. Os efeitos do hospedeiro sobre a rejeição ao parasito relacionam-se a interferências em sua alimentação, prolongamento no tempo de ingurgitamento, redução do peso das fêmeas ingurgitadas e da massa de ovos, diminuição da viabilidade dos ovos e, em alguns casos, até morte do parasita (Wagland, 1975).

Algumas espécies ou subespécies de hospedeiros, mesmo sem nunca ter entrado em contato com o carrapato, podem apresentar uma resistência natural ao ácaro (*imunidade inata*), geneticamente associada a diversos fatores, tais como: tipo de pelagem, espessura e oleosidade da pele, número de mastócitos cutâneos, riqueza de vasculatura cutânea e, até mesmo, odor exalado do animal (Brown, 1988).

Enquanto as infestações por carrapatos são frequentemente caracterizadas no hospedeiro pelo desenvolvimento de resposta imune celular e humoral a uma variedade de antígenos do ectoparasita, este por sua vez, desenvolve meios de se evadir daquela resposta do hospedeiro (Wikel et al., 1994). De fato, as glândulas salivares dos carrapatos secretam substâncias farmacologicamente ativas que controlam aspectos da fisiologia de seus hospedeiros, inibindo mecanismos das respostas imune e inflamatória e da coagulação do sangue, dentre outros (Ribeiro et al., 1985; Ribeiro, 1995).

Referências bibliográficas

ABBAS, A. K. et al. *Cellular and Molecular Immunology*. Philadelphia: Fourth edition. W.B. Saunders Company, 2000.

ALLEN, J. R. Tick resistance: basophiles in skin reactions of resistant guinea pigs. *International Journal for Parasitology*, Oxford, v.3, p.195-200, 1973.

ASKENASE, P. W. Role of basophils, mast cells and vasoamines in hypersensitivity reaction with a delayed time course. *Progress in Allergy*, Basel, v.23, p.199-320, 1977.

BARROS-BATTESTI, D. M. et al. Parasitism by *Ixodes didelphidis* and *I. loricatus* (Acari: Ixodidae) on small wild mammals from an Atlantic forest in the state of São Paulo, Brazil. *Journal of Medical Entomology*, Lanham, v.37, p.820-7, 2000.

BITTENCOURT, V. R. E. P. et al. Ação do fungo *Metarhizium anisopliae* em ovos e larvas do carrapato *Boophilus microplus*. *Revista da Universidade Rural Série Ciências da Vida*, Seropédica, v.16, p.41-7, 1994.

BITTENCOURT, V. R. E. P. et al. The penetration of the fungus *Metarhizium anisopliae* on *Boophilus microplus* in experimental conditions. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.29, p.351-4, 1999.

BROWN, S. J. et al. Immune serum transfer of cutaneous basophil-associated resistance to ticks: Mediation by 7S IgG1 antibodies. *Journal of Immunology*, Baltimore, v.129, p.2407-12, 1982.

BROWN, S. J. Highlights of contemporary research on host immune responses to ticks. *Veterinary Parasitology*, Amsterdam, v.28, p.321-34, 1988.

CHABAUD, A. G. L'infestation par des ixodinés provoque-t-elle une immunité chez l-hôte (2me note). *Annales de Parasitologie*, Paris, v.25, p. 474-9, 1950.

CONTI DÍAZ, I. A. Rickettsiosis por *Rickttsia conorii* (fiebre botonosa del Mediterráneo o fiebre de Marsella). Estado actual en Uruguay. *Revista Médica del Uruguay,* Montevideo, v.17, p. 119-24, 2001.

FERREIRA, B. R.; BECHARA, G. H. Imunidade a carrapatos *Rhipicephalus sanguineus* (Acarina: Ixodidae) em cachorro-do-mato *Cerdocyon thous* (Linnaeus) e no cão doméstico. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science,* São Paulo, v.32, p.232-7, 1995.

GARCIA-GARCIA, J. C. et al. Adjuvant and immunostimulating properties of the recombinant Bm86 protein expressed in *Pichia pastoris*. *Vaccine,* Kidlinton, v.16, p.1053-5, 1998.

GARCIA, M. V. et al. Mechanism of infection and colonization of *Rhipicephalus sanguineus* eggs by *Metarhizium anisopliae* as revealed by scanning electron microscopy and histopathology. *Brazilian Journal of Microbiology,* São Paulo, v.36, p.368-72, 2005.

GARIN, N. S.; GRABAREV, P. A. Protective reactions in rabbits and guinea-pigs upon repeated feeding on them of ixodid ticks *Rhipicephalus sanguineus* (Latr, 1806). *Meditsinskaia Parazitologiia I Parazitarnye Bolezni*, Moskva, v.41, p.274-9, 1972.

GRISI, L. et al. Impacto econômico das principais ectoparasitoses em bovinos no Brasil. *A Hora Veterinária,* Porto Alegre, v.21, p. 8-10, 2002.

GUEDES, E. et al. Detection of *Rickettsia rickettsii* in the tick *Amblyomma cajennense* in a new Brazillian spotted fever-endemic areas in the state of Minas Gerais. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz,* Rio de Janeiro, v.100, p.841-5, 2005.

GUIMARAES, J. H. et al. *Ectoparasitos de importância veterinária*. São Paulo: Pleiade/Fapesp, 2001.

HOSKINS, J. D.; WOODY, B. J. Tick information sheet. The brown dog tick. *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806). *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v.21, n.1, 1991, p.99-101.

IVANCOVICH J. C. Reclasificación de algunas especies de garrapatas del genero *Amblyomma* (Ixodidae) en la Argentina. *Revista de Investigación Agropecuaria,* Buenos Aires, v.15, 1980, p.673-682.

KEIRANS, J. E. *George Henry Falkner Nuttall and Nuttall Tick Catalogue*. U.S.D.A., Agric. Res. Ser. Misc. Pub, 1984.

KOHLS, G. M. Concerning the identity of *Amblyomma maculatum*, *A. tigrinum*, *A. triste* and *A. ovatum* of Koch, 1844. *Proceedings of the Entomological Society,* Philadelphia, v.58, p.143-7, 1956.

KOHLS, G. M. Concerning the identity of *Amblyomma maculatum*, *A. tigrinum*, *A. triste* and *A. ovatum* of Koch, 1844. *Proceedings of the Entomological* Society, Philadelphia, v.58, 1956, p.143-147.

LINTHICUM, K. J. et al. Venezuelan equine encephalomyelitis virus infection and transmission by the tick *Amblyomma cajennense* (Arachnida: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology*, Lanham, v.28, p.405-9, 1991.

LOPES, C. M. L. et al. Host specificity of *Amblyomma cajennense* (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae) with comments on the drop-off rhythm. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v.93, p.347-51, May/June 1998.

MUMCUOGLU, Y. Y. et al. Ecological studies on the brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) in Southern Israel and its relationship to Spotted Fever group Rickettsiae. *Journal of Medical Entomology*, Lanham, v.30, p. 114-21, 1993.

OLIVEIRA, P. R. et al. Seasonal dynamics of the Cayenne tick, *Amblyomma cajennense* on horses in Brazil. *Medical and Veterinary Entomology*, Oxford, v.17, p.412-6, 2003.

PAINE, S. H. et al. In vitro feeding of *Dermacentor andersoni* (Stiles): Effect of histamine and other mediators. *Parasitology*, Cambridge, v.86, p.419-28, 1983.

PARKER, R. J.; WILSON, A. J. The experimental transmission of *Anaplasma marginale* by the brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus* in Australia. *Australian Veterinary Journal*, Milton, v.55, p.606, 1979.

PEGRAM, R. G. e colabs. Clarification of the *Rhipicephalus sanguineus* group (Acari; Ixodoidea, Ixodidae). I. *R. sulcatus* (Neuman, 1908) and *R. turanicus* (Pomerantsev, 1936). *Systematic Parasitology*, Amsterdam, v.10, p.3-26, 1987.

PEREIRA, M. C.; LABRUNA, M. B. Febre maculosa. *Clinica Veterinária,* São Paulo, v.12, p.19-23, 1998.

PEREZ-PEREZ, D. et al. Efficacy of the Bm86 antigen against immature instars and adults of the dog tick Rhipicephalus sanguineus (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, Amsterdam, v.167, p.321-6, 2010.

PÉTER, O. et al. *Rickettsia conorii* isolated from *Rhipicephalus sanguineus* introduced into Switzerland on a pet dog. *Zeitschrift für Parasitenkunde*, Berlin, v.70, p.265-70, 1984.

RANDOLPH, S. E. Population regulation in ticks: the role of acquired resistance in natural and unnatural hosts. *Parasitology*, Cambridge, v.79, p.141-56, 1979.

RECHAV, Y. Naturally acquired resistance to ticks – a global view. *Insect Science and its Application*, Elmsford, v.13, p. 495-504, 1992.

RIBEIRO, J. M. C. et. al. Antihemostatic, antiinflammatory and immunosupressive properties of the saliva of a tick, *Ixodes dammini*. *Journal of Experimental Medicine*, New York, v.161, p. 332-44, 1985.

RIBEIRO, J. M. C. How ticks make a living. *Parasitology Today*, London, v.11, p. 91-3, 1995.

RODRIGUEZ, M. et al. High level expression of the *R. (B.) microplus* Bm86 antigen in the yeast *Pichia pastoris* forming highly immunogenic particles for cattle. *Journal of Biotechnology,* Amsterdam, v.33, p.135-41, 1994.

SAMISH, M. et al. Pathogenicity of entomopathogenic fungi to different developmental stages of *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). *Journal of Parasitology,* Lawerence, v.38, p.1355-9, 2001.

SERRA-FREIRE, N. M. Tick paralysis in Brazil. *Tropical Animal Health and Production,* Edinburgh, v.15, p.124-6, 1983.

SIMPSON, R. M. et al. Evaluation of *Rhipicephalus sanguineus* as potential vector of *Ehrlichia platys*. *American Journal of Veterinary Research*, Chicago, v.52, p.1537-41, 1991.

SINKOC, A. L. et al. Ocorrência de Ixodidae parasitos de capivara (*Hydrochoeurus hydrochaeris* Linneus, 1766) na estação ecológica do Taim, Rio Grande, RS, Brasil. *Ciência Rural,* Santa Maria, v.27, p.119-22, 1997.

STEPHEN, I. C.; ACHYUTHARAO, K. N. Natural occurrence of *Coxiella burnetii* in the brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus*. *Indian Journal of Medical Research*, New Delhi, v.71, p.865-9, 1980.

SZABÓ, M. P. J. et al. Differences in the acquired resistance of dogs, hamsters, and guinea pigs to repeated infestations with adult ticks *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, São Paulo, v.32, p.43-50, 1995a.

SZABÓ, M. P. J. et al. Cutaneous hypersensitivity induced in dogs and guinea pigs by extracts of the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). *Experimental and Applied Acarology*, Amsterdam, n.19, p.723-30, 1995b.

SZABÓ, M. P. J. et al. Ticks (Acari: Ixodidae) on wild marsh-deer (*Blastocerus dichotomus*) from Southeast of Brazil: infestations prior and after habitat loss. *Journal of Medical Entomology*, Lanham, v.40, p. 268-74, 2003.

SZABÓ, M. P. J.; BECHARA, G. H., Sequential histopathology at the *Rhipicephalus sanguineus* tick feeding site on dogs and guinea pigs. *Experimental and Applied Acarology*, Amsterdam, v.23, p. 915-28, 1999.

TELLAM, R. L. et al. Vaccination against ticks. In: YONG, W. K. *Animal parasite control using biotechnology*. Boca Raton: CRC Press, 1992, p.303-31.

THEIS, J. H.; BUDWISER, P. D. *Rhipicephalus sanguineus*: sequential histopathology at the host-arthropode interface. *Experimental Parasitology*, Amsterdam, v.36, p.77-105, 1974.

TOMAS, W. M. et al. Cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*). In: DUARTE, J. M. B. (Ed.). *Biologia e conservação de (cervídeos Sul-Americanos: Blastocerus, Ozotoceros e Mazama.* Jaboticabal: Funep, 1997, p.24-40.

TRAGER, W. Acquired immunity to ticks. *Journal of Parasitology,* Lawrence, v.25, p.57-81, 1939.

UILENBERG, G. et al. Heartwater in Caribbean. *Preventive Veterinary Medicine,* Amsterdam, v.2, p.255-67, 1984.

VENZAL, J. M. et al. Amblyomma triste Koch, 1844 (Acari: Ixodidae): Hosts and seasonality of the vector of Rickettsia parkeri in Uruguay. *Veterinary Parasitology*, Amsterdam, v.155, p. 104-9, 2008.

VENZAL, J. M.; FREGUEIRO, G. Ixodidos parasitos de marsupiales (*Didelphimorphia*: *Didelphidae*) y roedores (*Rodentia: Muridae*) de la fauna Uruguaya. *Jornada de Clínica, Reproducción y Conservación de Animales* Silvestres. Facultad de Veterinaria, Montevideo, p.10, 1999.

WAGLAND, B. M. Host resistance to cattle-tick *Boophilus microplus* in Brahman (Bos indicus) cattle. I. Responses of previously unexposed cattle to four infestations with 2000 larvae. *Australian Journal of Experimental Agriculture,* Melbourne, v.25, p.1073-80, 1975.

WIKEL, S. K. et al. Tick-induced modulation of the host immune response. *International Journal for Parasitology,* Oxford, v.24, p.59-66, 1994.

WIKEL, S. K.; ALLEN, J. R. Acquired resistance to ticks. I. Passive transfer of resistance. *Immunology*, London, v.30, p.311-6, 1976.

WILCKEN, P. *Império à deriva.* Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

WILLADSEN, P. et al. Immunologic control of a parasitic arthropod. Identification of a protective antigen from *R. (B.) microplus*. *Journal of Immunology,* Baltimore, v.143, p.1346-51, 1989.

1
Sistema digestório dos carrapatos

Débora Caperucci
Luís Flávio da Silva Costa
Maria Izabel Camargo Mathias

O sistema digestório dos carrapatos, assim como em outros organismos ectoparasitas, está envolvido na digestão de somente um tipo de alimento, o sangue, visto que estes são hematófagos. Outras funções do sistema digestório, porém, têm sido discutidas na literatura e incluem o armazenamento de alimento em função da ausência de enzimas digestivas extracelulares (Grandjean, 1983), de água, bem como a regulação dos íons e da excreção (Gushchina et al., 1984; Kocan et al., 1987; Higuchi, 1987).

A digestão nos carrapatos é intracelular e considerada pelos especialistas como um processo bastante lento (Arthur, 1960; Balashov, 1972; Grandjean; Aeschlimann, 1973). Além disso, a ingestão de células sanguíneas advindas do hospedeiro, de macromoléculas e de material líquido por endocitose é considerada uma forma basal de alimentação, não sendo comum no filo Arthropoda e sendo reconhecida apenas em carrapatos e alguns insetos da ordem Hemiptera (Grandjean, 1983).

O sistema digestório dos carrapatos possui três divisões: intestino anterior (estomodeu), médio (mesenteron), e posterior (proctodeu) (Aeschlimann, 1958). O intestino anterior é a porção superior do tubo digestório, localizada mais próximo da boca, seguida do intestino médio e do posterior, este último localizado próximo ao bulbo retal e ao reto (Sonenshine, 1991).

O intestino anterior inclui a cavidade pré-oral, boca, faringe e esôfago. O esôfago passa pelo canal esofágico no interior do singânglio e entra no ventrículo. É revestido por uma camada íntima cuticular e tem por função transportar os alimentos para o intestino médio. Não há evidências da ocorrência de absorção no intestino anterior (ibidem).

Morfologicamente, o intestino médio dos carrapatos em geral consiste de uma porção central (estômago), numerosos divertículos (cecos) e de um tubo pequeno e estreito mais posterior, o qual direciona os resíduos não digeridos para o próprio intestino posterior (Balashov, 1983). O intestino médio é o órgão digestivo dos carrapatos, funcionalmente análogo ao intestino dos vertebrados. Do estômago, um tubo curto e estreito, saem pares de longos divertículos (que podem ter número variado segundo a espécie considerada). Estes formam numerosas dobras para poderem se acomodar na cavidade do corpo. O intestino médio é conectado ao saco retal pelo intestino posterior.

Segundo Harrison e Foelix (1999), o intestino médio é dividido em intestino médio anterior e intestino médio pós-ventricular. O intestino médio anterior, por sua vez ainda é dividido em ventrículo e ceco. O intestino médio pós-ventricular é dividido em cólon e pós-cólon. O processo de digestão e de absorção do alimento digerido ocorre na porção anterior do intestino médio. No intestino médio também estão os divertículos, que se irradiam em todas as direções nos três planos do corpo do carrapato e, dessa forma, por serem longos e largos, ocupam grande parte de sua cavidade.

O intestino posterior, por sua vez, é dividido em átrio anal e ânus e tem como função a remoção, do corpo do animal (excreção), de resíduos da digestão (ibidem).

O intestino médio dos carrapatos é considerado a porção mais importante do tubo digestório, e, sendo assim, é uma das regiões mais estudadas sob os aspectos morfofisiológicos. Esta região tem uma histologia complexa por apresentar vários tipos celulares, que são descritos segundo o olhar de cada autor. Um tipo celular muito importante do intestino médio é a célula digestiva que tem como funções: a) absorver componentes, especialmente hemoglobina, por

meio de receptores mediados e b) a realização da endo e da fagocitose do alimento ingerido. Durante a digestão do sangue, ocorrem também a formação e a excreção dos resíduos, funções destas mesmas células digestivas (Sonenshine, 1991).

Como nem sempre existiu concordância entre os estudiosos, no caso de carrapatos também existem outros autores que, ao contrário do descrito por (ibidem), relatam ainda a presença de mais de dois tipos de célula neste epitélio: a) as de reposição; b) as digestivas; c) as secretoras; d) as indiferenciadas; e) as endócrinas; e f) as vitelogênicas; tipos estes que, segundo eles, e com exceção apenas das vitelogênicas, seriam caracterizados somente por sua morfologia (Coons et al., 1986). Outro tipo celular mencionado por Sonenshine (ibidem) seria o das células indiferenciadas, o qual teria a função de dar origem aos outros tipos descritos, isto é, funcionaria como a célula-tronco do epitélio intestinal dos carrapatos. Vale ressaltar que as células do epitélio do intestino médio respondem diferentemente aos diferentes estados fisiológicos dos carrapatos, podendo assim, as mesmas serem encontradas em diferentes estágios de atividade.

Histologicamente, o intestino médio, além de um epitélio pseudoestratificado apoiado numa membrana basal que pode mudar segundo o estágio fisiológico do animal, possui externamente camadas musculares dispostas circular e longitudinalmente (ibidem).

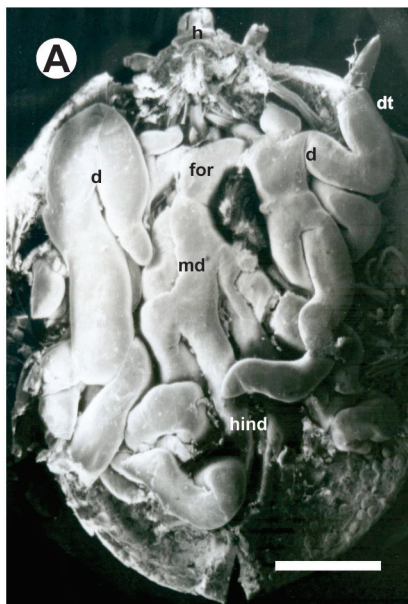
Segundo (Harrison; Foelix, 1999), existiria outro tipo de célula no intestino médio de carrapatos, as células secretoras, sendo, no entanto raras. Muitos trabalhos têm sido realizados na tentativa de descrever morfologicamente estas células, bem como de estabelecer sua real função, porém poucos têm tido sucesso.

Análises ultraestruturais das células do intestino médio mostram que estas são complexas, uma vez que nelas são encontradas diferentes organelas além de muitas inclusões citoplasmáticas, refletindo assim suas atividades multifuncionais e, consequentemente, do intestino médio também. Além dessas principais funções digestivas acima citadas, as células do intestino médio atuam também como um depósito de reservas nutricionais representado pelas inclusões intracelulares, sendo resultado da digestão da hemoglobina do sangue do hospedeiro.

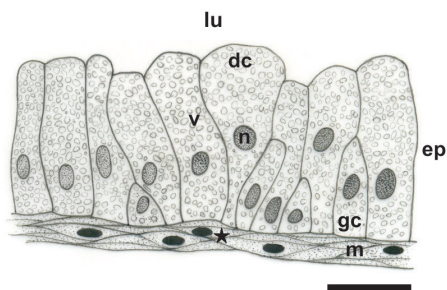
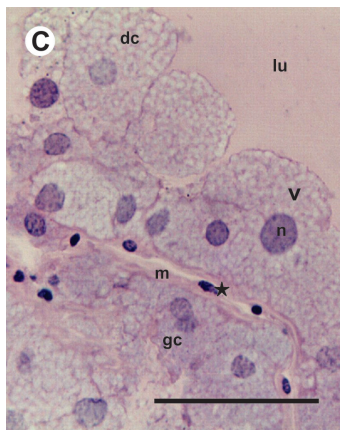
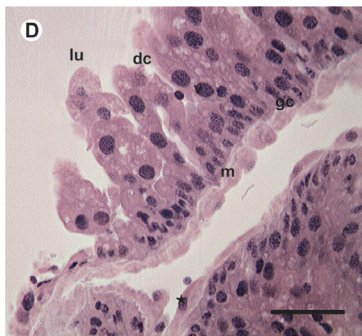
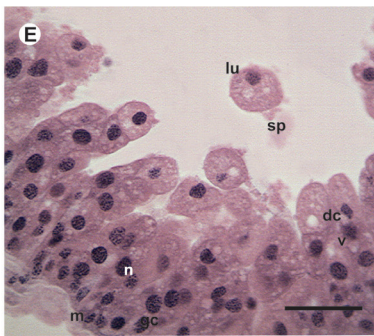
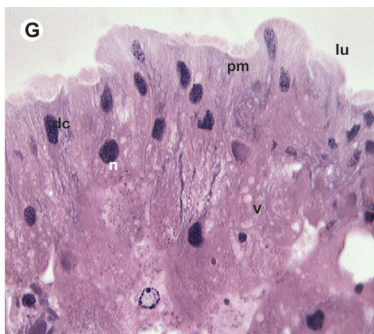
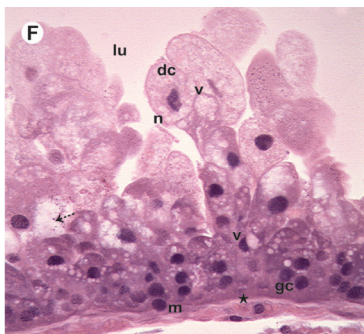
Além disso, atuam como reservatório de lipídeos e de carboidratos (Balashov, 1967; Grandjean; Aeschlimann, 1973).

Segundo estudos ultraestruturais desenvolvidos por Caperucci, Camargo-Mathias e Bechara (2009), as células digestivas do epitélio do intestino médio de carrapatos da espécie *A. cajennense* secretam proteínas, haja vista a grande quantidade de retículo endoplasmático rugoso nelas presente, e corroborando dados encontrados anteriormente para carrapatos ixodídeos da espécie *Dermacentor variabilis* (Araman, 1979). Outros autores registraram ainda que, em outras espécies de carrapatos, essas proteínas produzidas poderiam também, posteriormente, integrar-se à constituição das membranas plasmáticas que, por sua vez, estariam envolvidas em mecanismos de manutenção de gradiente eletroquímico que favoreceriam a absorção de água pelas células (Sonenshine, 1991).

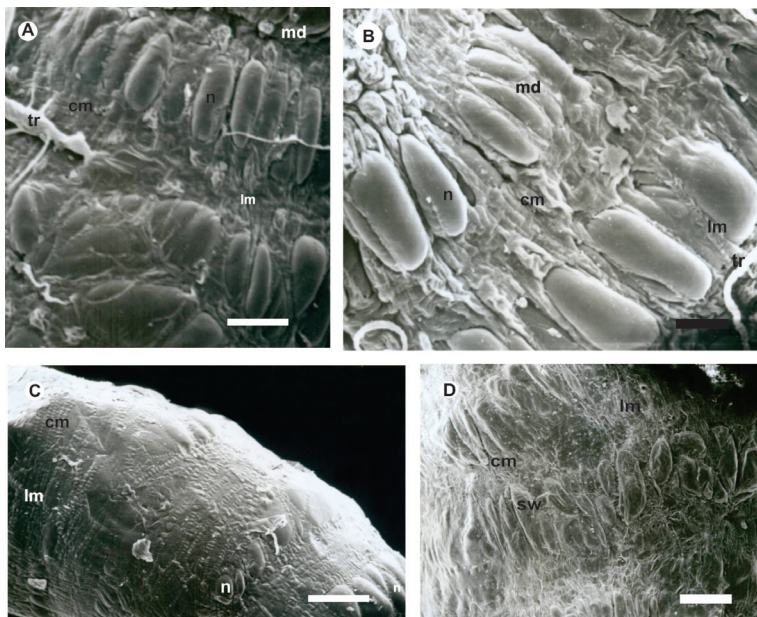
Caperucci, Camargo-Mathias e Bechara (2009), em estudo sob Microscopia Eletrônica de Varredura, observou pela primeira vez em carrapatos *A. cajennense* a presença de protuberâncias que foram denominadas de nódulos, presentes tanto na superfície do intestino médio (localizados preferencialmente na porção anterior), quanto nos divertículos. Esses nódulos provavelmente seriam o resultado dos espaços presentes entre as fibras musculares que, nesses órgãos, encontram-se dispostas circular e longitudinalmente. Seu aspecto (mais ou menos turgido) provavelmente se daria pela quantidade de alimento presente no interior do intestino (ibidem).

Figura 1.1 – Microscopia Eletrônica de Varredura.

[A] Vista geral do tubo digestório (**dt**) e onde se observam os divertículos (**d**), o intestino anterior (**for**), médio (**md**) e posterior (**hin**) e o hipostômio (**h**).
Barra: 20 µm

B

lu
dc
v
n
ep
gc
★
m

[B] Esquema mostrando em fêmeas de carrapato *A. cajennense* em jejum o epitélio (**ep**) pseudoestratificado, cujas células digestivas (**dc**) e generativas (**gc**) são observadas com grande quantidade de vacúolos (**v**). As fibras musculares (**m**) e seus respectivos núcleos (★) estão evidentes.
n = núcleo da célula epitelial; **lu** = lúmen.
Barra: 5µm

[C] Secções histológicas do intestino médio de fêmeas de carrapatos *A. cajennense* em jejum mostrando o epitélio pseudoestratificado com células digestivas (**dc**) e generativas (**gc**), contendo grande quantidade de vacúolos (**v**) citoplasmáticos e núcleos arredondados (**n**).
lu = lúmen; **m** = camada muscular; ★ = núcleo da fibra muscular.
Barra: 10 µm

[D] Secções histológicas do intestino médio de fêmeas de carrapatos *A. cajennense* semi-ingurgitadas e submetidas à primeira infestação mostrando o epitélio estratificado com células digestivas (**dc**) e generativas (**gc**) contendo grande quantidade de vacúolos (**v**). A camada muscular (**m**) com núcleos das fibras musculares (★) levemente achatados.
lu = lúmen.
Barra: 50 µm

[E] Secções histológicas do intestino médio de fêmeas de carrapatos *A. cajennense* semi-ingurgitadas e submetidas à primeira infestação em detalhe as células digestivas (**dc**) e generativas (**gc**) contendo vacúolos (**v**). Note a presença de esferas (**sp**) no lúmen (**lu**) do intestino.
n = núcleo do epitélio; **m** = camada muscular
Barra: 50 µm

[F] Secções histológicas do intestino médio de fêmeas de carrapatos *A. cajennense* ingurgitadas e submetidas à primeira infestação mostrando o epitélio estratificado com células digestivas (**dc**) e as generativas (**gc**) com vacúolos (**v**). A camada muscular (**m**) encontra-se espessa. **lu** = lúmen; **n** = núcleo do epitélio; ★ = núcleo da fibra muscular.
Barra: 10 µm

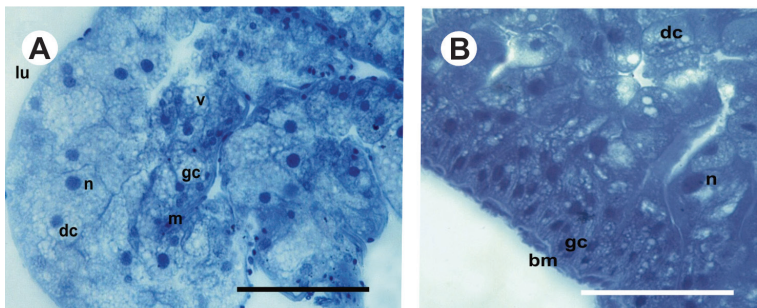
[G] Secções histológicas do intestino médio de fêmeas de carrapatos *A. cajennense* ingurgitadas e submetidas à primeira infestação em detalhe as células digestivas (**dc**), com citoplasma apresentando muitos vacúolos (**v**) e núcleos (**n**) com cromatina condensada. Observe a presença da membrana peritrófica (**pm**) entre o epitélio e o lúmen (**lu**) do intestino.
Barra: 10 µm

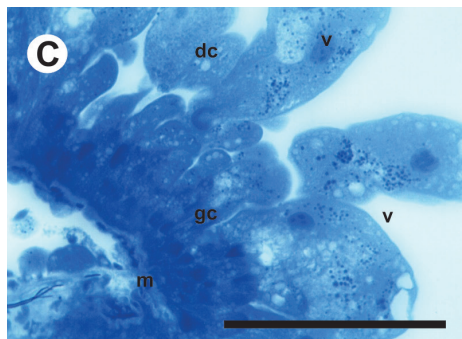
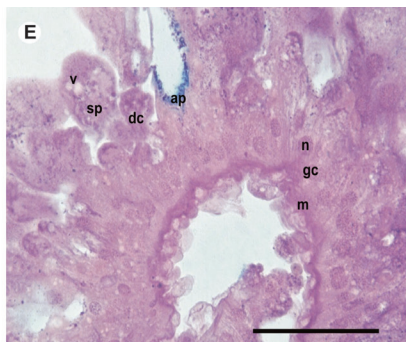
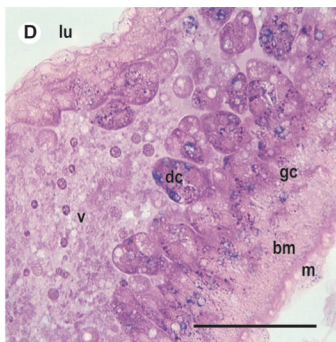
Figura 1.2 – Microscopia Eletrônica de Varredura.

[A] Detalhe dos nódulos (**n**) na superfície do intestino médio (**md**) de fêmeas semi-ingurgitadas submetidas à 2ª infestação. Ramificações de traqueíolas (**tr**) são também observadas.
lm = músculo longitudinal; **cm** = músculo circular.
Barra: 15 µm

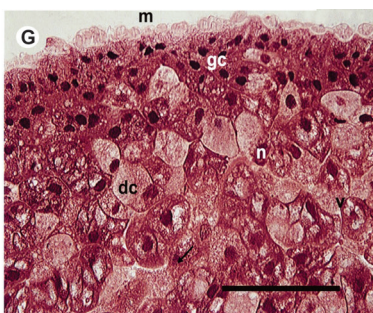
[B] Microscopia Eletrônica de Varredura. Detalhe dos nódulos inflados (**n**) na superfície do intestino médio (**md**) de fêmeas semi-ingurgitadas submetidas à segunda infestação.
lm = músculo longitudinal; **cm** = músculo circular; **tr** = traqueíolas
Barra: 10 µm

[C] Microscopia Eletrônica de Varredura. Vista da superfície lisa da porção anterior do intestino médio de fêmeas semi-ingurgitadas submetidas à primeira infestação, evidenciando a presença de músculos longitudinais (**lm**), circulares (**cm**) além de nódulos (**n**).
Barra: 20 µm

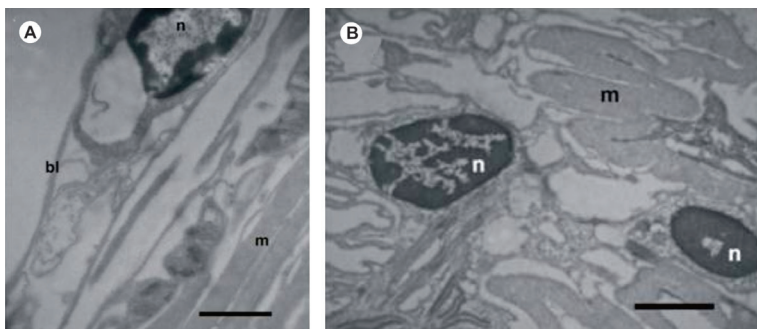
[D] Microscopia Eletrônica de Varredura. Porção anterior do intestino médio de fêmeas ingurgitadas submetidas à 2ª infestação onde se observa a superfície enrugada (**sw**), por causa das camadas musculares (**lm**, **cm**), bem como a presença de nódulos (**n**).
Barra: 30 µm

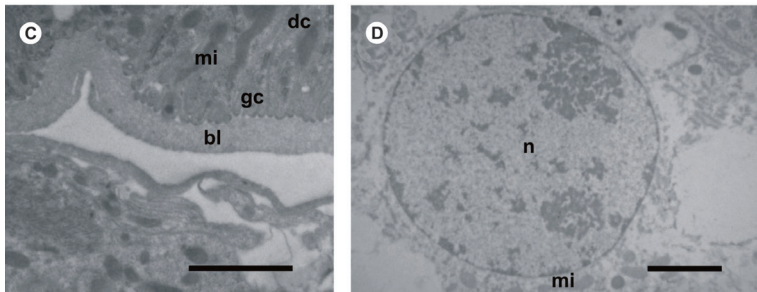
Figura 1.3 – Secções histológicas do intestino médio de fêmeas de *A. cajennense*

[A] Em jejum, coradas pelo azul de bromofenol para detecção de proteínas, mostrando o epitélio pseudoestratificado com células digestivas (**dc**) e generativas (**gc**), núcleos (**n**) arredondados e vacúolos (**v**) negativos ao corante.
m = camada muscular; **lu** = lúmen do intestino
Barra: 10 µm

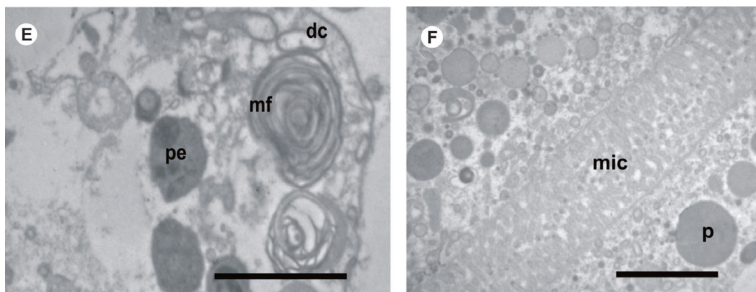
[B] Semi-ingurgitadas e submetidas à primeira infestação, coradas pelo azul de bromofenol para detecção de proteínas, mostrando o epitélio estratificado fortemente corado com vacuolização (**v**) fracamente corada nas células digestivas (**dc**).
gc = células generativas; **bm** = membrana basal; **n** = núcleo.
Barra: 10 µm

[C] Semi-ingurgitadas e submetidas à primeira infestação, coradas pelo azul de bromofenol para detecção de proteínas, mostrando o epitélio estratificado com intensa vacuolização (**v**).
dc = células digestivas; **m** = camada muscular; **gc** = células generativas
Barra: 50 µm

[D] Semi-ingurgitadas e submetidas à primeira infestação, coradas pelo PAS/ *alcian blue* para detecção de polissacarídeos ácidos e neutros, mostrando as células digestivas (**dc**) onde existe maior vacuolização (**v**).
lu = lúmen; **gc** = células generativas; **bm** = membrana basal; **m** = camada muscular
Barra = 10 µm

[E] Ingurgitadas e submetidas à primeira infestação, coradas pelo PAS/ *alcian blue* para detecção de polissacarídeos ácidos e neutros, mostrando o espaço intercelular das células digestivas (**dc**) e generativas (**gc**) onde se observa a presença de polissacarídeos ácidos (**ap**) e neutros (**np**).
n = núcleos das células digestivas; **sp** = esferas; **m** = camada muscular; **v** = vacúolos
Barra = 10 µm

[F] Semi-ingurgitadas e submetidas à primeira infestação, coradas por Von Kossa para detecção de cálcio, mostrando as células digestivas (**dc**) e generativas (**gc**) contendo vacúolos (**v**).
n = núcleo
Barra = 10 µm

[G] Ingurgitadas e submetidas à primeira infestação, coradas pelo von Kossa para detecção de cálcio, mostrando o epitélio estratificado onde se observam os núcleos (**n**) das células generativas (**gc**) e digestivas (**dc**), as quais possuem grande quantidade de vacúolos (**v**).
→ = marcações de cálcio; **m** = camada muscular
Barra = 10 µm

Figura 1.4 – Fotomicrografias de regiões do intestino médio de fêmeas de *Amblyomma cajennense*

[A] Em jejum, mostrando a camada muscular (**m**) com células com núcleos (**n**) ovalados e cromatina descondensada.
bl = lâmina basal
Barra: 1 μm

[B] Em jejum, mostrando a camada muscular (**m**) com dobras e seus respectivos núcleos (n).
Barra: 1 μm

[C] Em jejum, mostrando as células digestivas (**dc**) com citoplasma apresentando figuras mielínicas (**mf**).
pe = peroxissomos
Barra: 2 μm

[D] Intestino médio de fêmeas de *Amblyomma cajennense* semi-ingurgitadas e submetidas à primeira infestação mostrando a região basal onde se observam a lâmina basal espessa (**bl**) e domínio basal das células generativas (**gc**) com grande quantidade de mitocôndrias (**mi**).
dc = células digestivas
Barra: 2μm

[E] Intestino médio de fêmeas de *Amblyomma cajennense* semi-ingurgitadas e submetidas à primeira infestação mostrando o núcleo (**n**) das células generativas, redondo e com cromatina dispersa.
mi = mitocôndria
Barra: 2μm

[F] Intestino médio de fêmeas de *Amblyomma cajennense* semi-ingurgitadas e submetidas à primeira infestação mostrando a região apical do epitélio do intestino médio onde se observa grande quantidade de microvilosidades (**mic**) no domínio apical celular voltado para o lúmen (**lu**).
p = grânulos proteicos
Barra: 1 μm

Referências

AESCHLIMANN, A. Développement and embryonnaire d'*Ornithodorus moubata* (Murray) et transmission transovarienne de *Borellia duttoni*. *Acta Tropica*, n.15, 1958, p.15-64.

ARAMAN, S. Protein digestion and synthesis in ixodid females. In: RODRIGUEZ, J. (Ed.). *Recent Advances in Acarology, Vol. 1*. New York: Academic Press, 1979, p.385-95.

ARTHUR, D. R. *Ticks:* a monograph of the Ixodoidea: on the genera *Dermacentor, Anocentor, Cosmiomma, Boophilus e Margaporus*. London: Cambridge University Press, 1960.

BALASHOV, Y. S. Blood-sucking ticks (*Ixodoidea*) vectors of disease of man and animals. Nauka, Leningrad. English Translation: 1972, *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, n.8, 1967, p.161-376.

________. A translation of bloodsucking ticks (Ixodidae) vectors of diseases of man and animals. *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, n.8, 1972, p.159-376.

________. *An atlas of ixodid tick ultrastructure*. Trad. Alexander S. Raikhel. Ed. Harry Hoogstraal. Lanham: Entomological Society of America, 1983. (Special publication)

CAPERUCCI, D.; CAMARGO-MATHIAS, M. I.; BECHARA, G. H. Histopathology and ultrastructure features of the midgut of adult females of the tick *Amblyomma cajennense* Fabricius, 1787 (Acari: Ixodidae) in various feeding stages and submitted to three infestations. *Ultrastructural Pathology*, v.33, n.6, 2009, p.249-59.

________. Ultrastructure features of the midgut of the female adult *Amblyomma cajennense* ticks Fabricius, 1787 (Acari: Ixodidae) in several feeding stages and subjected to three infestations. Micron, v.41, n.7, Oct. 2010, p.710-21, doi: 10.1016/j.micron.2010.05.015.

COONS, L. B. et al. Morphology, physiology, and behavioral biology of ticks. In: SAUER, J. R.; HAIR, J. A. *Morphology, Physiology and Behavioral Biology of Ticks*. Chichester: Ellis Horwood, 1986, p.248-79.

GRANDJEAN, O. Blood digestion in *Ornithodorus moubata* Murray *sensu stricto* Walton females (Ixodoidea: Argasidae). II. Modifications of midgut cells related to the digestive cycle and to the triggering action of mating. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparee*, Paris, v.58, n.5, 1983, p.493-514.

GRANDJEAN, O. ; AESCHLIMANN, A. Contribution to the study of digestion in ticks: Histology and fine structure of the midgut epithelium of *Ornithodorus moubata* Murray (Ixodoidea, Argasidae). *Acta Tropica*, n.30, 1973, p.193-212.

GUSHCHINA et al. Electron microscopy study of the midgut of ticks after experimental infection with Karshi virus [in Russian, English translation T1713, NAMRU-3, Cairo, Egypt.]. *Vopr Virusol*, v.29, n.2, mar. 1984, p.235-40.

HARRISON, W. F; FOELIX, R. F. *Microscopic Anatomy of Invertebrates. Volume 8B:* Chelicerata Arthropoda. New York: Wiley-Liss, 1999.

HIGUCHI, S. Development of *Theileria sergenti* in the midgut of the tick *Haemaphysalis longicornis*. *The Japanese Journal of Veterinary Science*, v.49, n.2, 1987, p.341-47.

KOCAN, K. M et al. Demonstration of colonies of *Cowdria ruminantium* in midgut epithelial cells of *Amblyomma variegatum*. *American Journal of Veterinary Research*, n.48, 1987, p.356-60.

SONENSHINE, D. E. *Biology of Ticks*. New York: Oxford University Press, v.1, 1991.

2
Glândulas salivares

André Arnosti, Bruno Rodrigues Sampieri,
Carolina Parga Martins Pereira, Erika Takagi Nunes,
Izabela Braggião Calligaris, Karim Christina Scopinho Furquim,
Pablo Henrique Nunes, Paula Desjardins Brienza,
Maria Izabel Camargo Mathias

As glândulas salivares são órgãos vitais para o sucesso biológico dos carrapatos, pois apresentam grande diversidade de funções, como a produção de substâncias necessárias à fixação no hospedeiro e à alimentação destes ectoparasitas (Binnington, 1978; Walker; Fletcher; Gill, 1985; Gill; Walker, 1987).

Segundo Sonenshine (1991), a saliva produzida pelos carrapatos é uma mistura complexa que atua numa variedade de funções durante os períodos de parasitismo e de não parasitismo do animal. Neste último, as glândulas atuam na hidratação dos ectoparasitas, secretando solução higroscópica depositada na região bucal e absorvendo a água atmosférica (Sauer; Essenberg; Bowman, 2000). Nos períodos de parasitismo, as glândulas atuam na fixação do carrapato a seu hospedeiro por meio da secreção de cemento (Fawcett; Binnington; Voight, 1986); excretam o excesso de água e de íons provenientes da alimentação (sangue) (Sauer; Essenberg; Bowman, 2000); secretam substâncias que lubrificam o espermatóforo durante sua transferência para a fêmea na cópula (Feldman-Muhsam; Borut; Saliternik-Givant, 1970; Fawcett; Binnington; Voight, 1986) e atuam na resposta imunoinflamatória do hospedeiro, agindo como agente vasodilatador, anticoagulante, anti-inflamatório e imunossupressor (Fawcett; Binnington; Voight, 1986; Ribeiro et al., 1985; Sauer; Essenberg; Bowman, 2000; Wikel, 1999).

As glândulas salivares são órgãos presentes tanto nos machos como nas fêmeas de carrapatos (Furquim; Bechara; Camargo-Mathias, 2010; Camargo-Mathias; Furquim, 2013), e estão localizadas ao longo da porção ventral, nas regiões anterolaterais da cavidade corpórea, abrindo-se na cavidade oral (Olivieri; Serra-Freire, 1992). Inicialmente são encontradas aos pares e têm coloração esbranquiçada quando observadas sob estereomicroscópio (Schumaker; Serra-Freire, 1991; Sonenshine, 1991). Estes órgãos constituídos por uma porção secretora (ácinos arredondados compostos por células) e por uma excretora (conjunto de ductos transportadores da secreção), desprovidos de reservatório para armazenamento desta secreção final. A porção secretora (acinar) é formada por diferentes ácinos classificados segundo sua fisiologia e composição celular, como tipos I, II, III ou IV, sendo o IV exclusivo dos machos.

Segundo Sonenshine (1991) e Olivieri e Serra-Freire (1992), os ácinos I são aqueles denominados agranulares (ausência de grânulos de secreção) e os II, III e IV, os granulares, em função da presença de grande quantidade de grânulos de secreção de diferentes tamanhos e composição, distribuídos no citoplasma de suas células. A porção excretora é composta por um sistema de ductos ramificados que se iniciam por meio de pequenos canalículos (ductos acinares) responsáveis pela coleta da secreção produzida diretamente de cada ácino. Estes se conectam ao ducto excretor comum por meio dos ductos intermediários, os quais possuem diâmetro maior que os acinares. O ducto excretor comum, tubo central longo e de maior calibre, abre-se na porção anterior (bucal) do carrapato, tendo como função eliminar a secreção final em sua cavidade oral (Till, 1961; Balashov, 1972; Walker; Fletcher; Gill, 1985; Fawcett; Binnington; Voight, 1986; Schumaker; Serra-Freire, 1991).

Para que as glândulas salivares sejam ativadas os carrapatos devem se fixar no hospedeiro, sendo este processo estimulador para o início do desenvolvimento do órgão. Porém o desenvolvimento completo deste não ocorrerá até que o carrapato inicie sua alimentação (Walker; Fletcher; Gill, 1985).

Durante a alimentação, as glândulas salivares atingem o pico de sua atividade secretora e, numa fase posterior, entram num processo de regressão, denominado de degeneração. Na maioria das espécies, este evento inicia-se após a completa alimentação das fêmeas e consequente desprendimento voluntário destas do hospedeiro, quando caem ao solo para ovipositar, período em que as glândulas salivares degeneram por completo (Walker; Fletcher; Gill, 1985; Till, 1961).

O processo de alimentação dos carrapatos causa nos ácinos glandulares alterações morfológicas significativas. Ácinos II aumentam de tamanho, bem como aumentam a atividade secretora, sendo predominantes no final do período alimentar (Walker; Fletcher; Gill, 1985). Especificamente nas fêmeas dos carrapatos, os ácinos III sofrem rápida transformação estrutural e funcional (Fawcett; Binnington; Voight, 1986): as células secretoras passam de piramidais a pavimentosas, provocando aumento no lúmen do ácino, uma vez que deixam de secretar componentes da saliva para atuar na osmorregulação (transporte de água e sais da hemolinfa para o meio externo via salivação) (Binnington, 1978; Walker; Fletcher; Gill, 1985; Fawcett; Binnington; Voight, 1986; Sonenshine, 1991). Os ácinos IV são bastante reduzidos nos carrapatos machos em jejum sendo difícil sua identificação; contudo, com o início da alimentação, tornam-se repletos de grânulos de secreção, havendo aumento no tamanho destes (Furquim et al., 2010).

Histologicamente, os ácinos das glândulas salivares dos carrapatos possuem diferenças de acordo com o tipo considerado. Os ácinos do tipo I são constituídos por dois tipos celulares, uma célula *central* e várias *periféricas*. Os II apresentam as células **a**, **b** e **c**, sendo que as do grupo **c** podem variar em subtipos de acordo com a espécie. Nos ácinos III, ocorrem as células **d**, **e** e **f** e os ácinos do tipo IV são constituídos somente por um tipo celular, o **g** (Binnington, 1978; Walker; Fletcher; Gill, 1985; Nunes; Bechara; Camargo-Mathias, 2008; Furquim et al., 2010).

Apesar de a maioria das espécies apresentarem as células $\mathbf{c}_1$ a $\mathbf{c}_4$ nos ácinos tipo II, Furquim descreveu, em 2007, a presença de dois tipos adicionais de células secretoras nestes mesmos ácinos das

glândulas salivares de fêmeas de *R. sanguineus* com dois e quatro dias de alimentação, sendo denominados de $\mathbf{c}_5$ e $\mathbf{c}_6$.

Considerando a importância das glândulas salivares para a alimentação, bem como para o sucesso reprodutivo dos carrapatos, estudos têm sido desenvolvidos com o intuito de ampliar o conhecimento sobre a estrutura, bioquímica e fisiologia celular e as implicações imunológicas relacionadas a estes complexos órgãos.

Em nível ultraestrutural, Coons e Roshdy (1973), Megaw e Beadle (1979), Walker, Fletcher e Gill (1985) e Krolak, Ownby e Sauer, (1982) descreveram as glândulas salivares das espécies *Dermacentor variabilis*, *Boophilus microplus*, *Rhipicephalus appendiculatus* e *Amblyomma americanum*, respectivamente, havendo estudos mais recentes realizados com *R. (Boophilus) microplus* (Nunes et al., 2005, 2006).

As células *periféricas* do ácino I possuem um extenso labirinto basal delimitando espaços ocupados por muitas mitocôndrias demonstrando que, por meio de transporte ativo, são responsáveis por preservar o balanço hídrico uma vez que absorvem água proveniente do ar insaturado (Binnington, 1978; Walker; Fletcher; Gill, 1985; Needham; Teel, 1986). Já a célula *central* parece auxiliar na passagem dos fluidos da hemolinfa para o ducto acinar (Nunes et al., 2006).

No ácino II, são encontrados grânulos proteicos e/ou polissacarídicos em diferentes estágios de maturação apenas nas células **b** e $\mathbf{c}_3$ em fêmeas de *R. (B.) microplus* com 24-48 horas de infestação. Nestas, a presença de retículo endoplasmático rugoso e complexo de Golgi demonstra o papel na síntese de proteínas estruturais e/ou para exportação, segundo Nunes et al. (2006). De acordo com Walker, Fletcher e Gill (1985), a morfologia e o grau de atividade das células **b** e **c** parecem variar com a resposta imunitária do hospedeiro.

No ácino III, também são vistos grânulos eletrondensos nas células **f** durante as primeiras horas de alimentação de *Dermacentor variabilis* (Coons; L'Amoreaux, 1986), provavelmente de enzimas que auxiliam na infiltração e fixação do cemento produzido pelas células **a**, **d** e **e** para a aderência ao hospedeiro (Walker; Fletcher; Gill, 1985).

As células *epiteliais intersticiais* dos ácinos tipos II e III também apresentam mitocôndrias entre extenso labirinto membranoso

basal, o que confere um aumento da área de superfície e confirma o papel destes ácinos, principalmente o III, na regulação osmótica das glândulas salivares (Tatchell, 1969; Coons; L'Amoreaux, 1986, Nunes et al., 2006).

Diversos trabalhos apontaram mudanças degenerativas marcantes nos ácinos glandulares após o ingurgitamento das fêmeas de carrapatos (Till, 1961; Walker; Fletcher; Gill, 1985; Furquim et al., 2008a). Coons e L'Amoreaux (1986) sugerem que o acasalamento ou desprendimento do carrapato seja necessário para que a degeneração da glândula salivar tenha início.

Além disso, os trabalhos de Furquim et al. (2008) e Nunes, Camargo-Mathias e Bechara (2006) demonstraram que a degeneração glandular em carrapatos *R. sanguineus* e *R. (B.) microplus* ocorre assincronicamente, de forma que os ácinos III são os mais afetados e os do tipo I, os últimos a entrarem em degeneração.

De acordo com Furquim, Bechara e Camargo-Mathias (2008a, 2008b), as glândulas salivares tanto de fêmeas quanto de machos de *R. sanguineus* após ingurgitarem por completo sofrem apoptose atípica, processo este caracterizado por alterações nucleares, como: picnose, marginalização cromatínica e formação de *blebs* e liberação de corpos apoptóticos, bem como envolvimento de enzimas hidrolíticas (fosfatase ácida) que atuam na formação de extensos vacúolos citoplasmáticos para degradação citoplasmática.

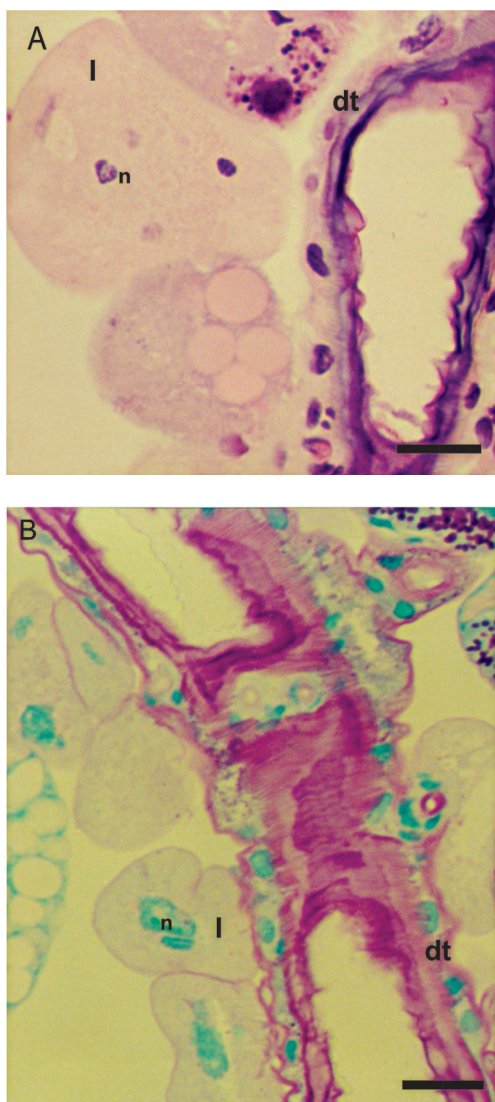
Figura 2.1 – Secções histológicas dos ácinos I das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus sanguineus* com dois dias de alimentação.

[A] Coloração com hematoxilina-eosina.
[B] Reação do PAS e contracoloração com verde de metila.
n = núcleo; **dt** = ducto principal.
Barras: 20 μm.

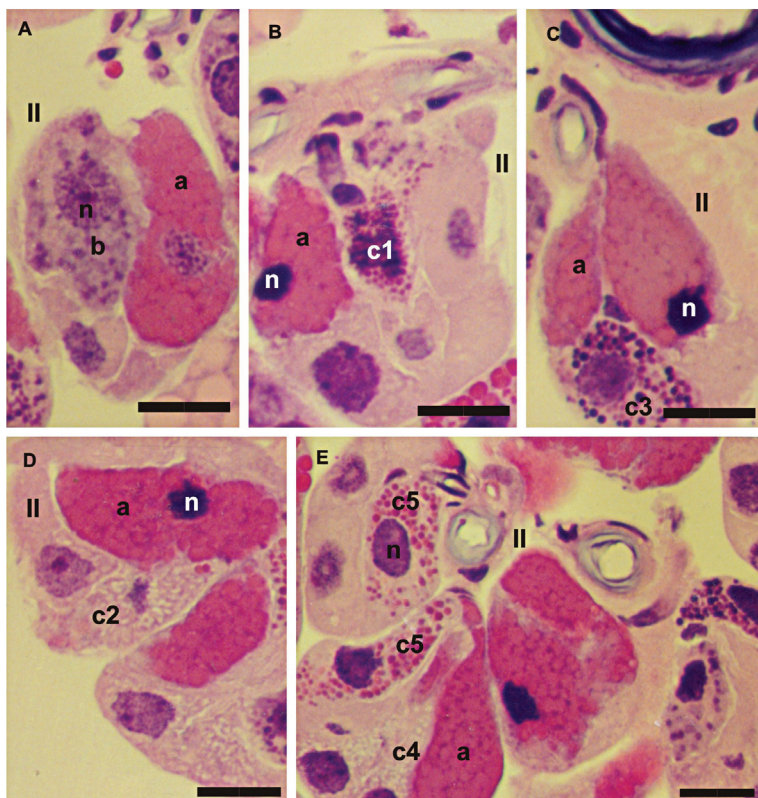
Figura 2.2 – Secções histológicas dos ácinos II das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus sanguineos* coradas com hematoxilina-eosina.

a, **b**, **c1**-**c5** = células glandulares; **n** = núcleo.
Barras: 20 µm.

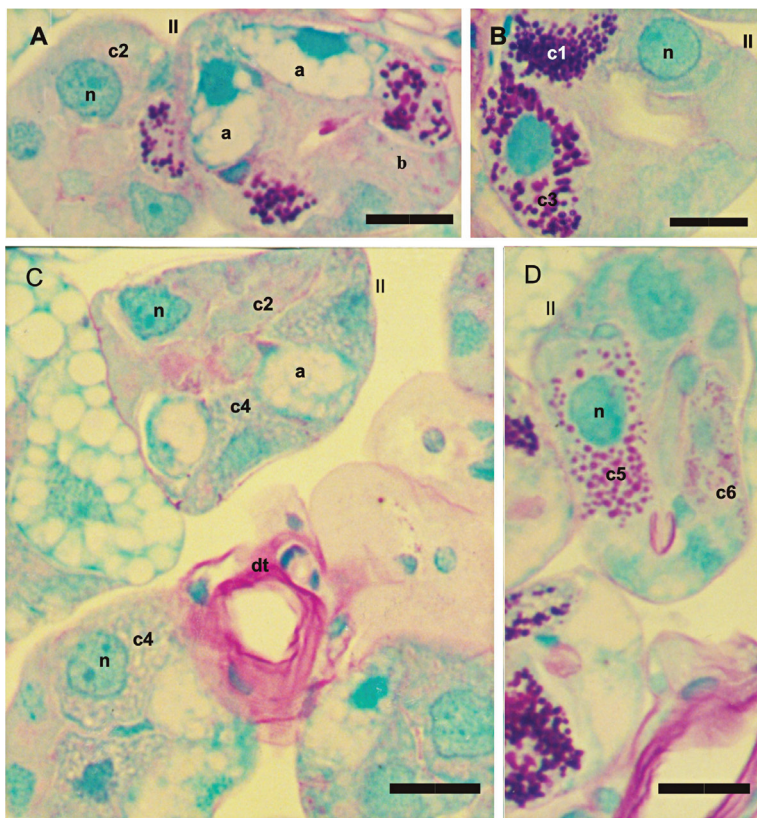
Figura 2.3 – Secções histológicas dos ácinos II das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus sanguineus* submetidas à reação do PAS e contracoloração com verde de metila.

n = núcleo; **a**, **b**, **c1**-**c6** = células glandulares; **dt** = ducto.
Barras: 20 µm

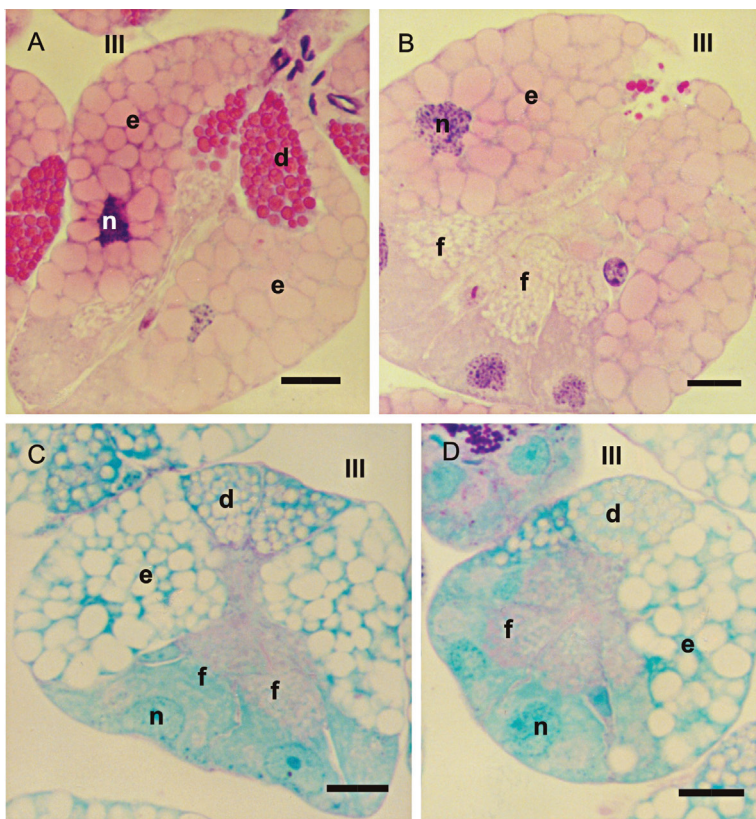
Figura 2.4 – Secções histológicas dos ácinos III das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus sanguineus* com dois dias de alimentação.

[A] e [B] Coloração com hematoxilina-eosina.
[D] e [E] Reação do PAS e contracoloração com verde de metila.
d, **e**, **f** = células glandulares; **n** = núcleo.
Barras: 20 µm.

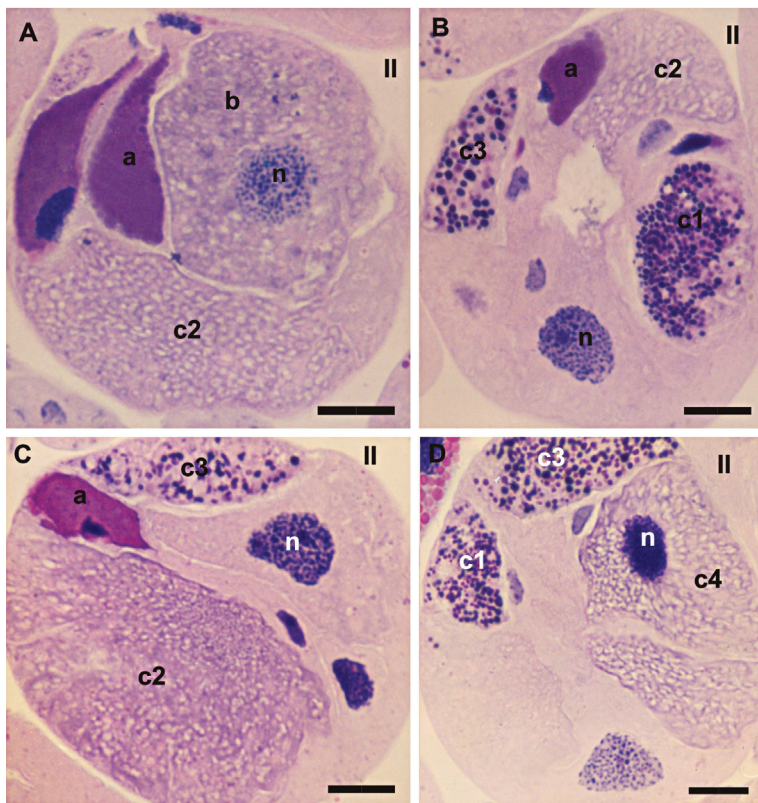
Figura 2.5 – Secções histológicas dos ácinos II das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus sanguineus*, com quatro dias de alimentação, coradas com hematoxilina-eosina.

a, **b**, **c1**-**c4** = células glandulares; **n** = núcleo.
Barras: 20 μm.

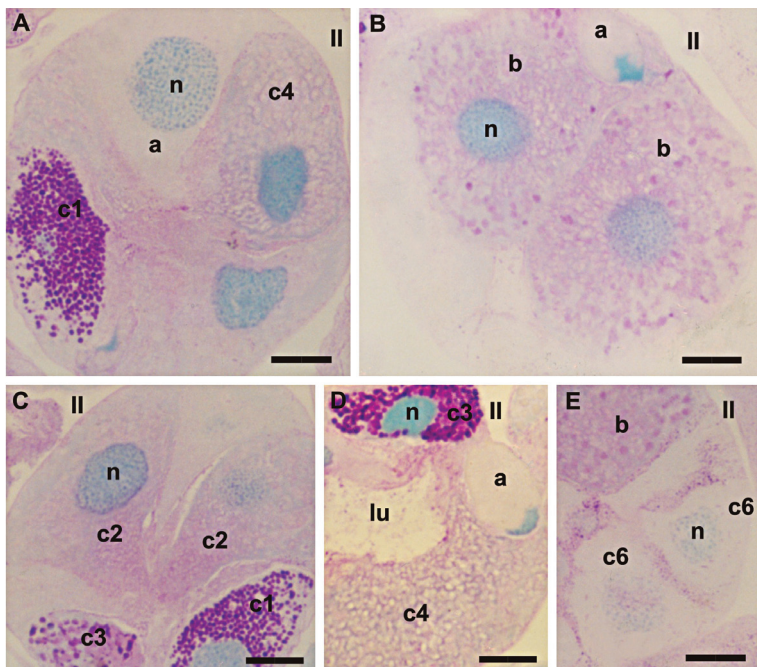
Figura 2.6 – Secções histológicas dos ácinos II das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus sanguineus*, com quatro dias de alimentação, submetidas à reação do PAS e contracoloração com verde de metila.

a, **b**, **c1**-**c6** = células glandulares; **n** = núcleo; **lu** = lúmen.
Barras: 20 µm.

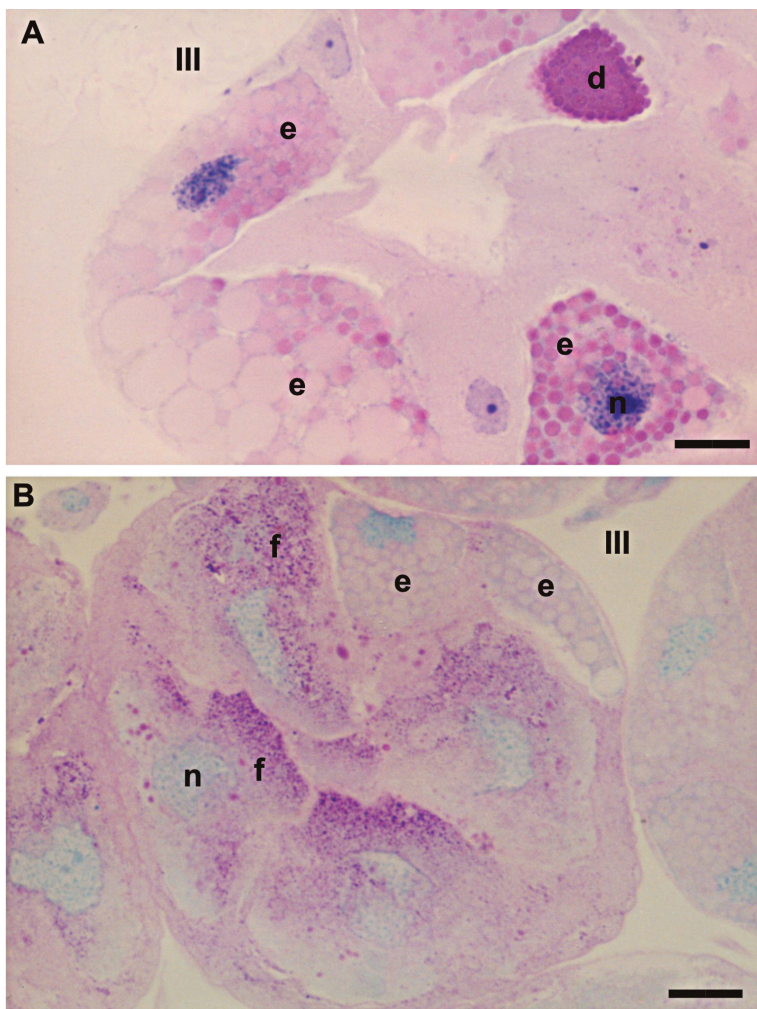
Figura 2.7 – Secções histológicas dos ácinos III das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus sanguineus*, com quatro dias de alimentação, submetidas à reação do PAS e contracoloração com verde de metila.

d, **e**, **f** = células glandulares; **n** = núcleo.
Barras: 20 μm.

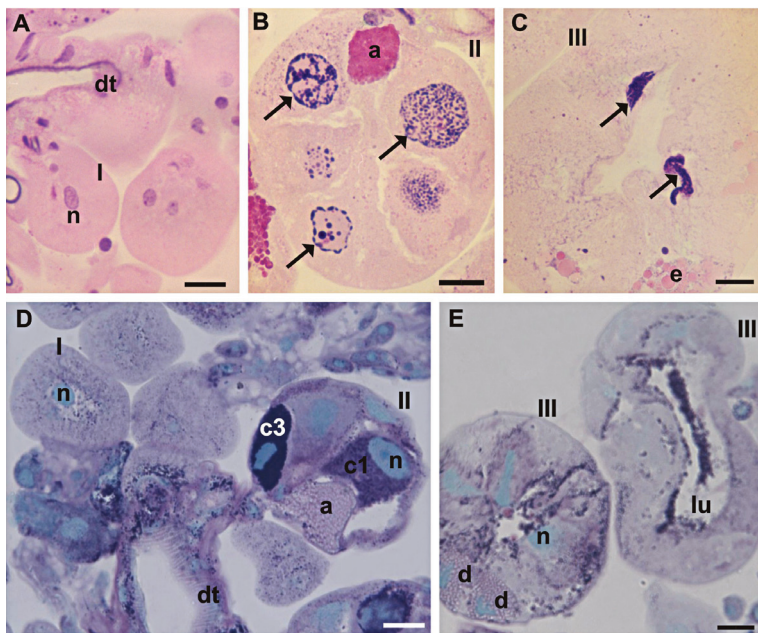
Figura 2.8 – Secções histológicas dos ácinos I, II e III das glândulas salivares de fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus sanguineus* submetidas à reação do PAS e contracoloração com verde de metila.

n = núcleo; **seta** = núcleos com alterações; **dt** = ducto; **a**, **c1**, **c3**, **d** = células glandulares; **lu** = lúmen.
Barras: 20µm

Figura 2.9 – Secções histológicas dos ácinos I íntegros e II e III em degeneração das glândulas salivares de fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus sanguineus*. Técnica da ATPase (marcação de cor castanha).

seta = marcação ATPásica; **seta dupla** = ausência de marcação ATPásica (indicando ausência de ATP nesta região); **n** = núcleo; **lu** = lúmen.
Barras: 20 µm.

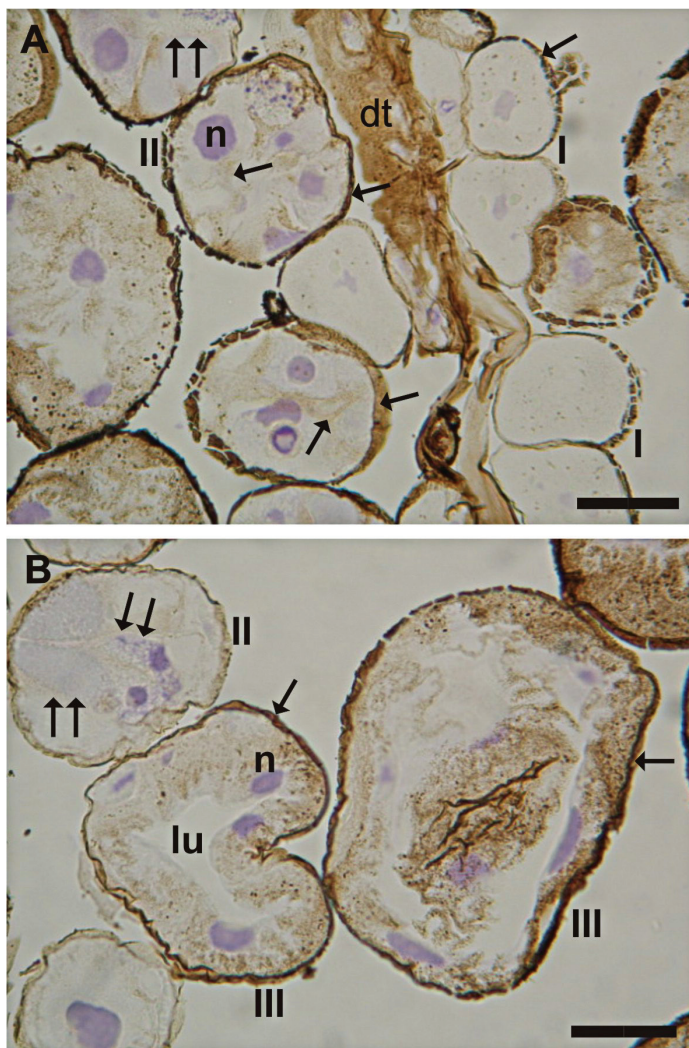



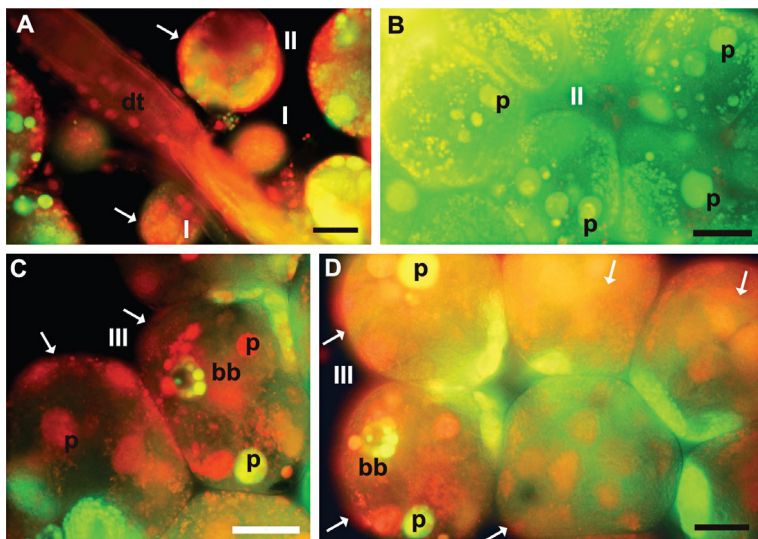
Figura 2.10 – Montagem total das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus sanguineus* coradas com laranja de acridina e brometo de etídio.

[A] Fêmea com três dias após o completo ingurgitamento.
[B] e [D] Fêmea ingurgitada.
[A], [C] e [D] Ácinos onde se observa a entrada do brometo (seta), indicando perda da integridade da membrana das células aí presentes. [B] Ácinos onde não se verifica a entrada do brometo, indicando que as células glandulares mantêm sua integridade.
I = ácino I; **II** = ácino II; **III** = ácino III; **bb** = *blebs*; **p** = núcleo picnótico; **dt** = ducto.
Barras: 20 µm.

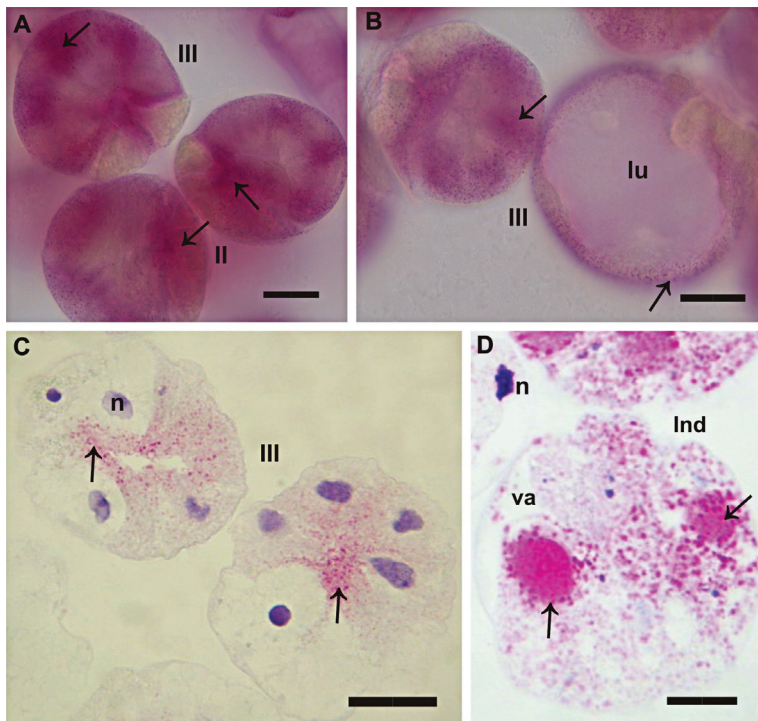
Figura 2.11 – Ácinos em degeneração (II, III e Ind = indeterminado) das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus sanguineus*. Técnica da fosfatase ácida (marcação de coloração rosa avermelhada).

[A] e [B] Montagem total da glândula. [C] e [D] Secções glandulares.
[A] e [C] Fêmea ingurgitada.
[D] Fêmea com três dias após o completo ingurgitamento.
seta = marcação fosfatásica; **n** = núcleo; **va** = vacuolização citoplasmática; **lu** = lúmen.
Barras: 20 μm.

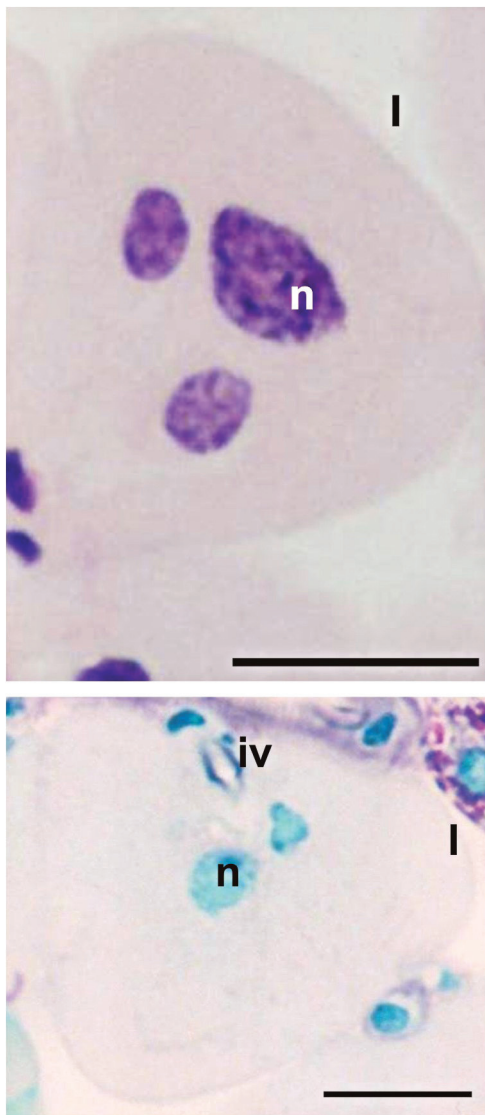
Figura 2.12 – Secções histológicas dos ácinos I das glândulas salivares de machos de *Rhipicephalus sanguineus*, com quatro dias de alimentação, submetidas à reação do PAS e contracoloração com verde de metila.

n = núcleo; **iv** = válvula intra-acinar.
Barras: 20µm.

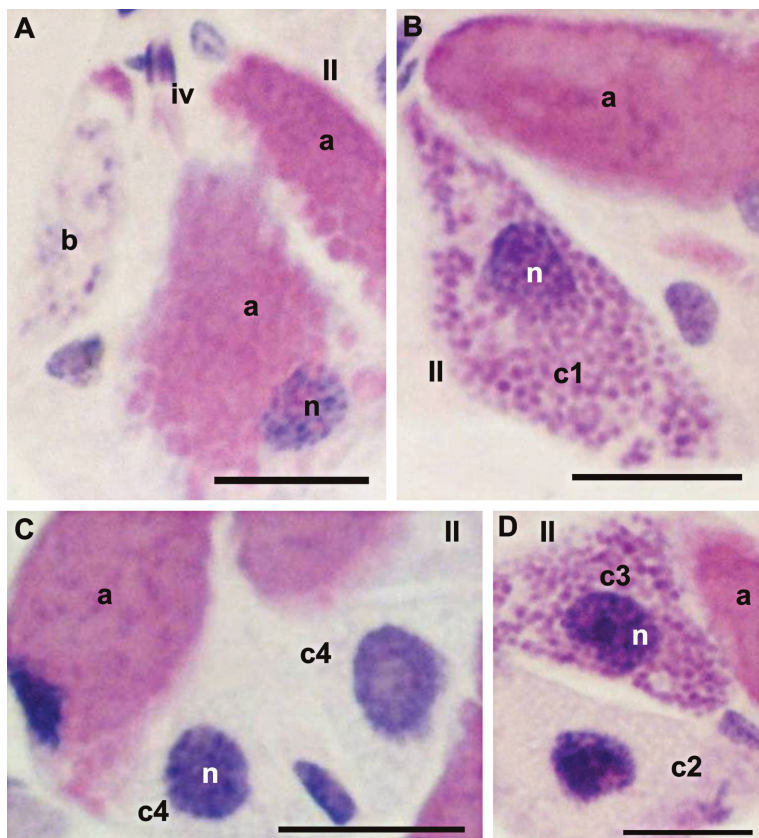
Figura 2.13 – Secções histológicas dos ácinos II das glândulas salivares de machos de *Rhipicephalus sanguineus*, com quatro dias de alimentação, coradas com hematoxilina-eosina.

a, **b**, **c1**-**c4** = células glandulares; **n** = núcleo; **iv** = válvula intra-acinar.
Barras: 20μm.

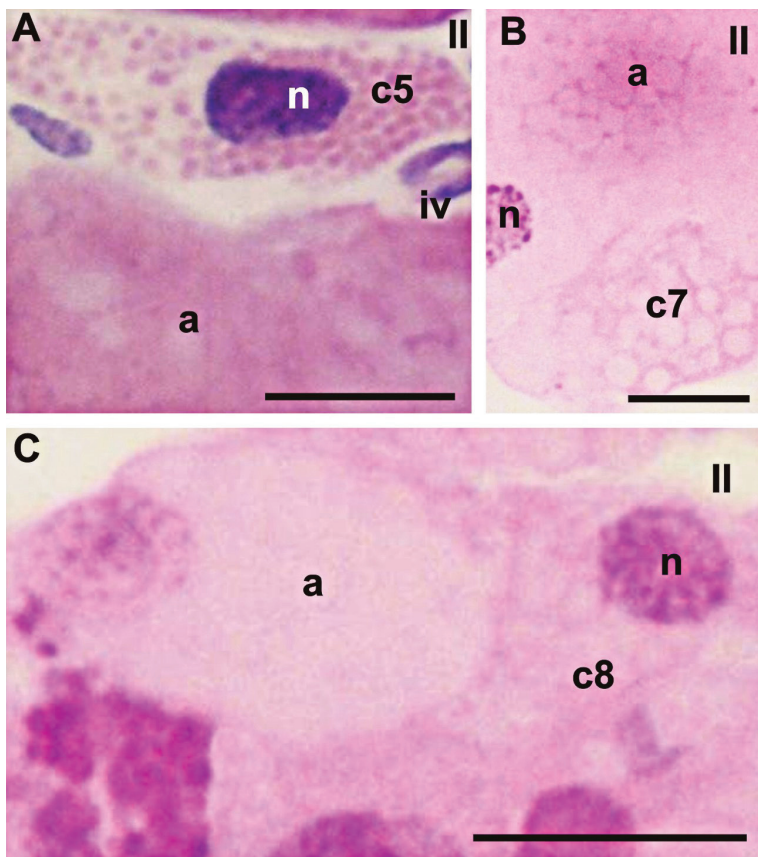
Figura 2.14 – Secções histológicas dos ácinos II das glândulas salivares de machos de *Rhipicephalus sanguineus*, com dois dias de alimentação, coradas com hematoxilina-eosina.

a, **c5**, **c7** e **c8** = células glandulares; **n** = núcleo; **iv** = válvula intra-acinar.
Barras: 20µm.

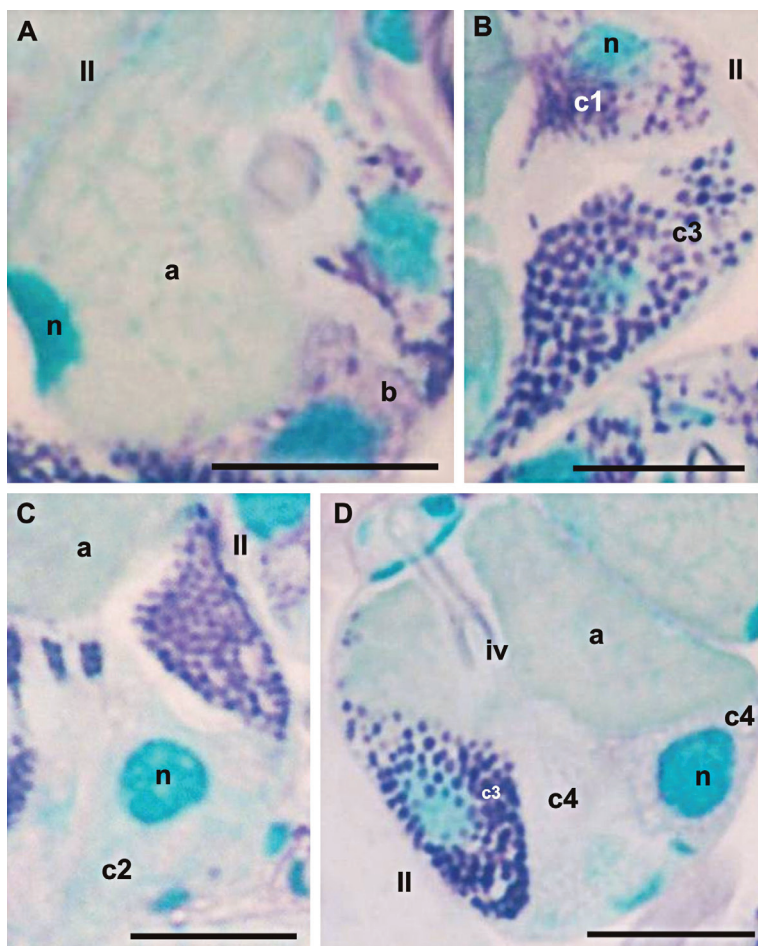
Figura 2.15 – Secções histológicas dos ácinos II das glândulas salivares de machos de *Rhipicephalus sanguineus*, com quatro dias de alimentação, submetidas à reação do PAS e contracoloração com verde de metila.

a, **b**, **c1**-**c4** = células glandulares; **n** = núcleo; **iv** = válvula intra-acinar.
Barras: 20μm.

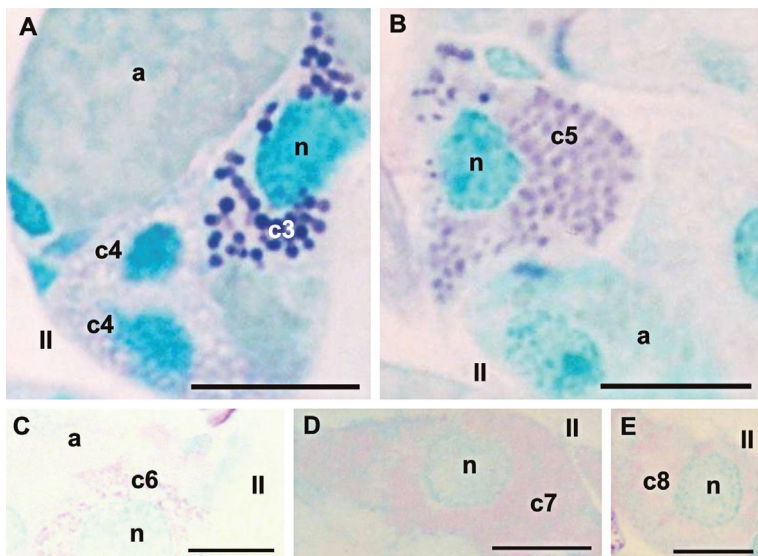
Figura 2.16 – Secções histológicas dos ácinos II das glândulas salivares de machos de *Rhipicephalus sanguineus* submetidas à reação do PAS e contracoloração com verde de metila.

[A] e [B] Macho com quatro dias de alimentação.
[C] e [E] Macho com dois dias de alimentação.
a, **c3**-**c8** = células glandulares; **n** = núcleo.
Barras: 20µm.

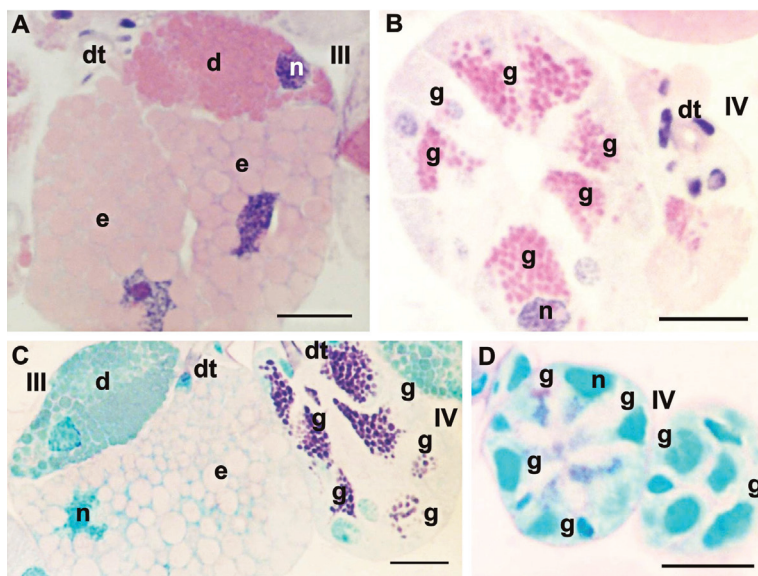
Figura 2.17 – Secções histológicas dos ácinos III e IV das glândulas salivares de machos de *Rhipicephalus sanguineus*, com quatro dias de alimentação, submetidas à reação do PAS e contracoloração com verde de metila.

d, **e**, **g** = células glandulares; **n** = núcleo; **iv** = válvula intra-acinar.
Barras: 20µm.

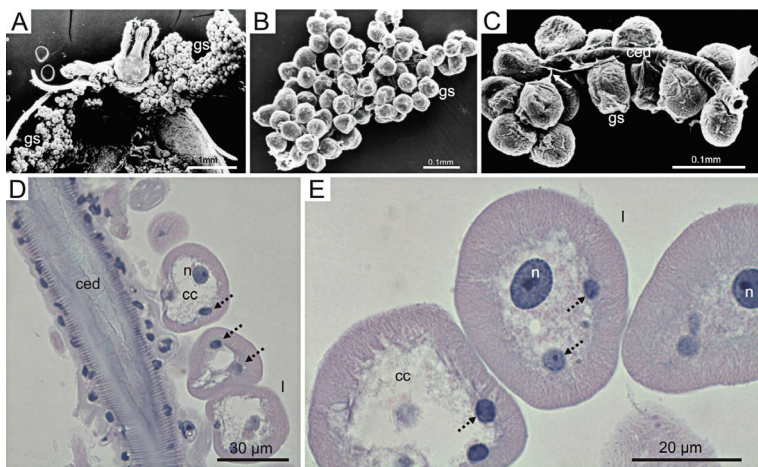
Figura 2.18 – [A] e [C] Microscopia Eletrônica de Varredura de fêmeas de *Amblyomma cajennense* mostrando as glândulas salivares (gs) e o ducto excretor comum (ced).

[D] e [E] Secções histológicas das glândulas salivares de fêmeas de *A. cajennense* mostrando os ácinos do tipo I (I) com células *centrais* (cc) e células *periféricas* (setas).
Coloração – Hematoxilina/Eosina. **n** = núcleo; **ced** = ducto excretor comum.

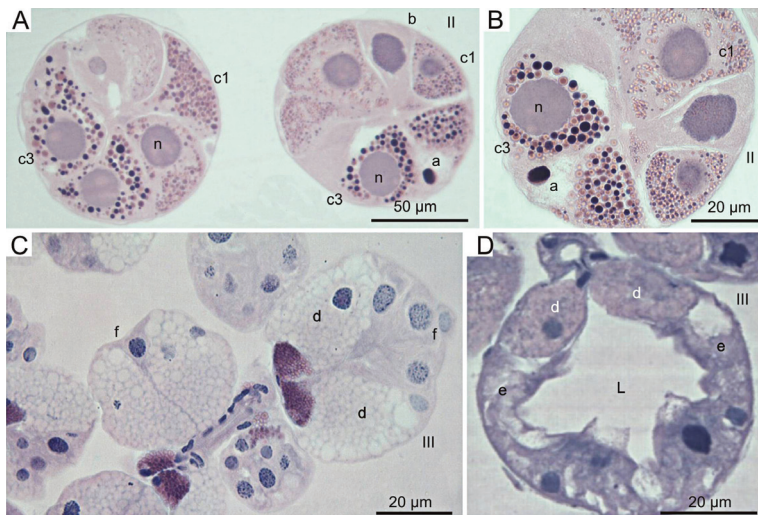
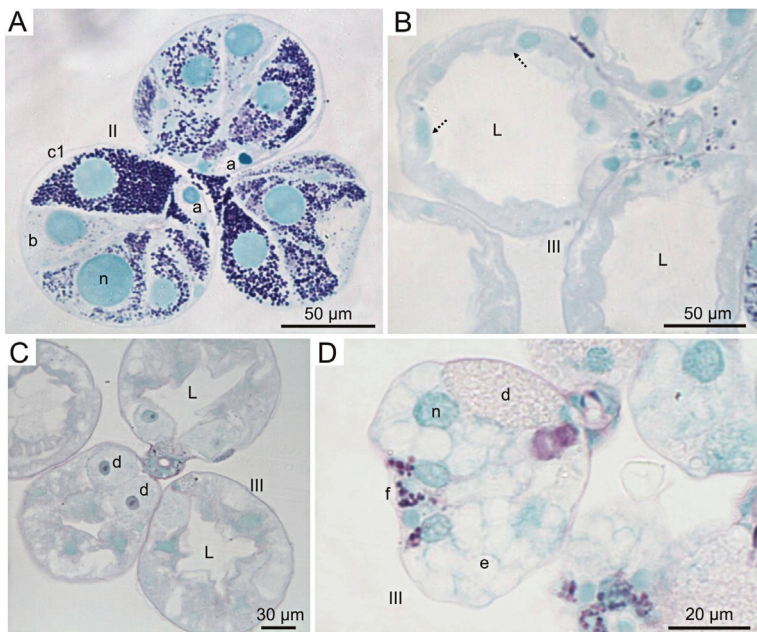
Figura 2.19 – [A] e [D] Secções histológicas das glândulas salivares de fêmeas de *A. cajennense* mostrando os ácinos do tipo II (II) e III (III). Em [A] e [B], ácinos do tipo II (II) mostrando as células a (a), b (b), c1(c1), c3 (c3). Em [C] e [D], ácinos do tipo III (III) mostrando as células **d** (d), **e** (e) e **f** (f).

Coloração – Hematoxilina/Eosina.
n = núcleo; **L** = lúmen

Figura 2.20 – Secções histoquímicas das glândulas salivares de fêmeas de *A. cajennense* mostrando os ácinos do tipo II(II) e III (III). Em [A], ácinos do tipo II (II) mostrando as células **a** (a), **b** (b) e **c1** (c1). [B] e [D] Ácinos do tipo III (III) mostrando as células **d** (d), **e** (e) e **f** (f)

Coloração – PAS/Verde de Metila

n = núcleo; **L** = lúmen

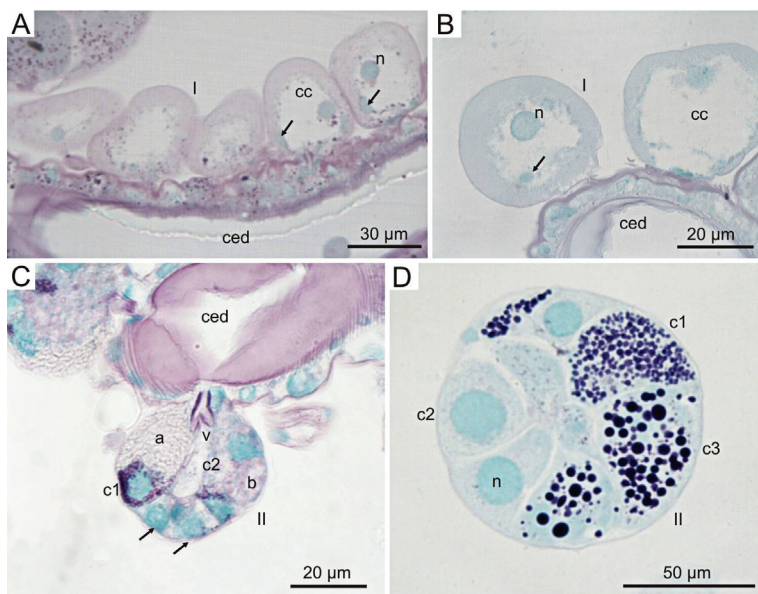
Figura 2.21 – [A] e [D] Secções histoquímicas das glândulas salivares de fêmeas de *A. cajennense* mostrando os ácinos do tipo I(I), II (II) e III (III). Em [A] e [B], ácinos do tipo I (I) mostrando as células *centrais* (cc) e células *periféricas* (setas). Em [C] e [D] ácinos do tipo II (II) mostrando as células **a** (a), **b** (b), **c1** (c1), **c2** (c2), **c3** (c3) e células indiferenciadas (setas).

Coloração - PAS/Verde de Metila
n = núcleo; **ced** = ducto excretor comum; **v** = válvula acinar

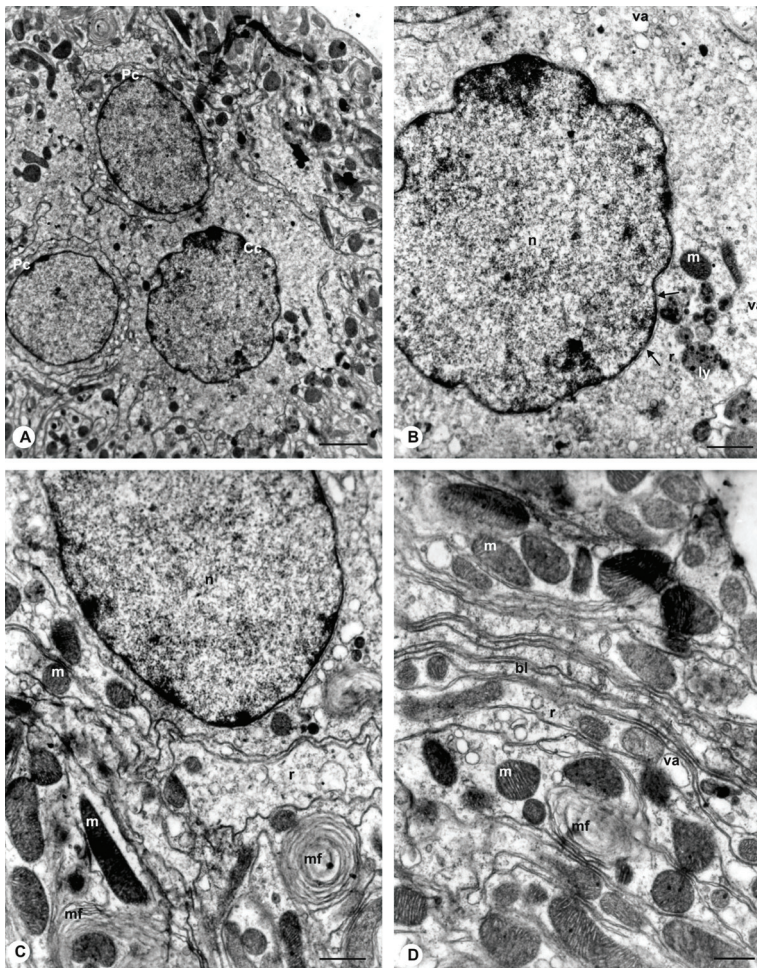
Figura 2.22 – Ultraestrutura do ácino tipo I das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em início de alimentação. [A] Vista geral. [B] Citoplasma e núcleo (**n**) da célula central. [C] e [D] Detalhe das células periféricas com muitas mitocôndrias (**m**) entre as membranas do labirinto basal (**bl**).

mf = figura mielínica; **r** = ribossomo; **seta cheia** = poro nuclear.
Barras: [A] e [C] = 2µm; [B] = 1µm; [D] = 0,5 µm.

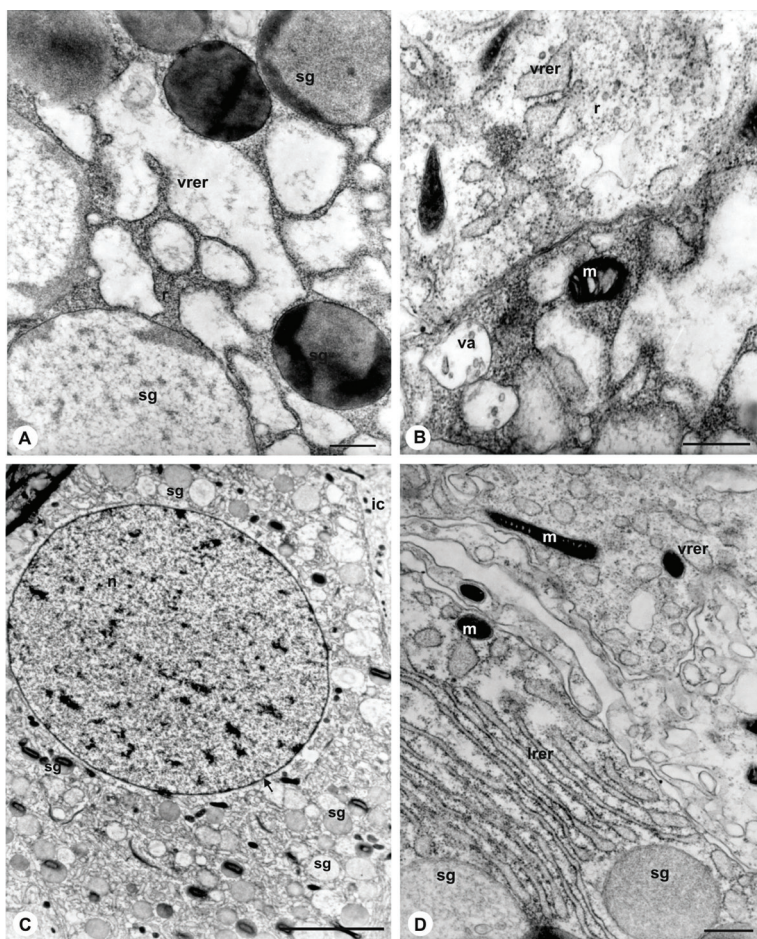
Figura 2.23 – Ultraestrutura do ácino tipo II das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em início de alimentação.

[A] e [B] Detalhes do citoplasma da célula **b**, com grânulos de secreção (**sg**) glicoproteicos, retículo endoplasmático rugoso vesicular (**vrer**) e alguns vacúolos (**va**).
[C] e [D] Célula **c** contendo grande quantidade de retículo endoplasmático rugoso vesicular e lamelar (**lrer**).
m = mitocôndria; **ic** = célula epitelial intersticial; **seta cheia** = poro nuclear.
Barras: [A], [B] e [D] = 0,5 µm; [C] = 2µm.

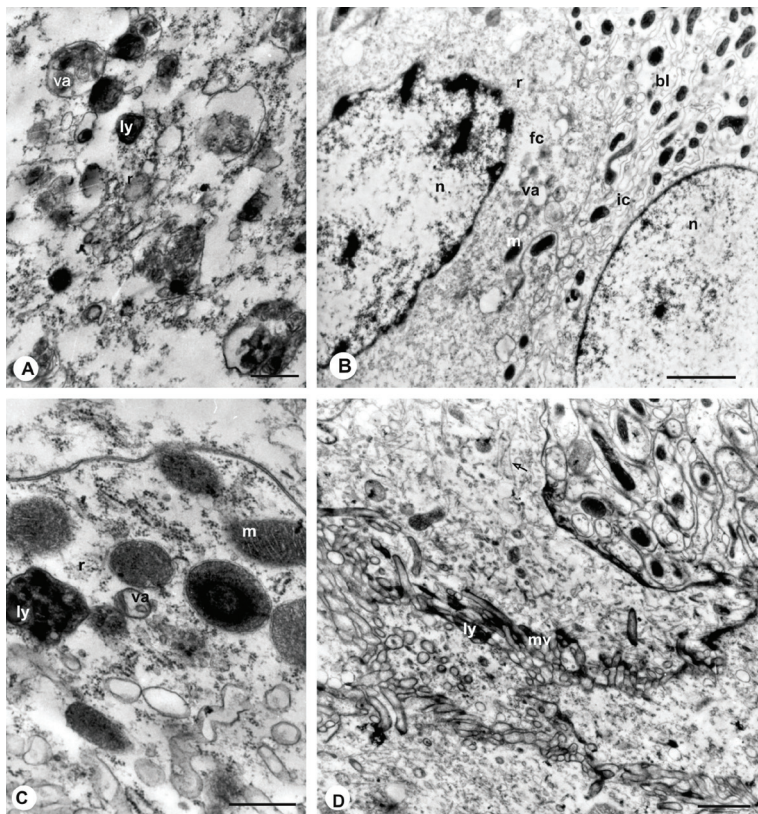
Figura 2.24 – Ultraestrutura do ácino tipo III das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em início de alimentação. Em [A], detalhe da célula **e** e em [B] e [C], citoplasma da célula **f** (**fc**) e da célula epitelial intersticial (**ic**), respectivamente. Observe em [D], microfilamentos (**seta vazia**) e microvilosidades (**mv**) nas células que circundam o lúmen acinar.

r = ribossomo; **va** = vacúolos; **ly** = lisossomos; **n** = núcleo.
Barras: [A] e [C] = 0,5µm; [B] = 2µm; [D] = 1µm.

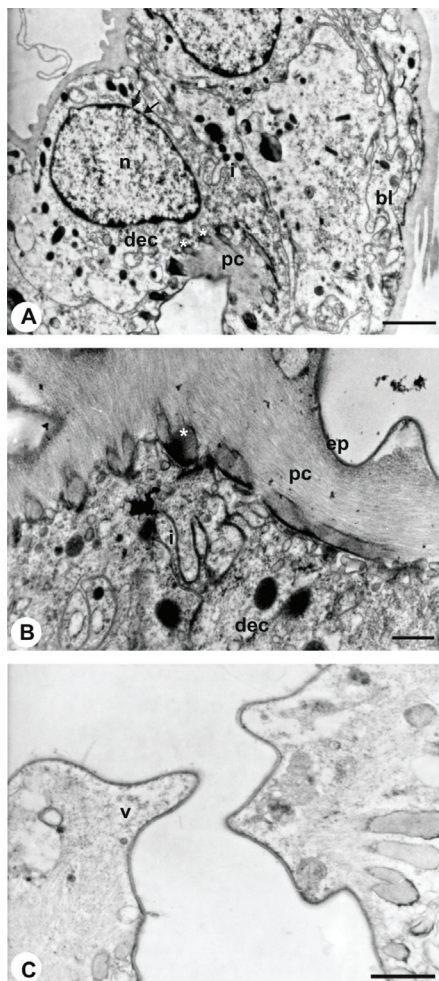
Figura 2.25 – Ultraestrutura das células dos ductos excretores (**dec**) das glândulas salivares de fêmeas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em início de alimentação.

[A] e [C] Células com especializações de membrana (**bl** = labirinto basal, **i** = interdigitações entre células e microvilosidades apicais). [C] Detalhe da valva intra-acinar (**v**) presente nos ácinos granulares.
pc = procutícula; **ep** = epicutícula; * = estruturas ovais no limite da procutícula; **n** = núcleo; **seta cheia** = poro nuclear.
Barras: [A] = 2μm; [B] = 0,5μm; [C] = 1μm.

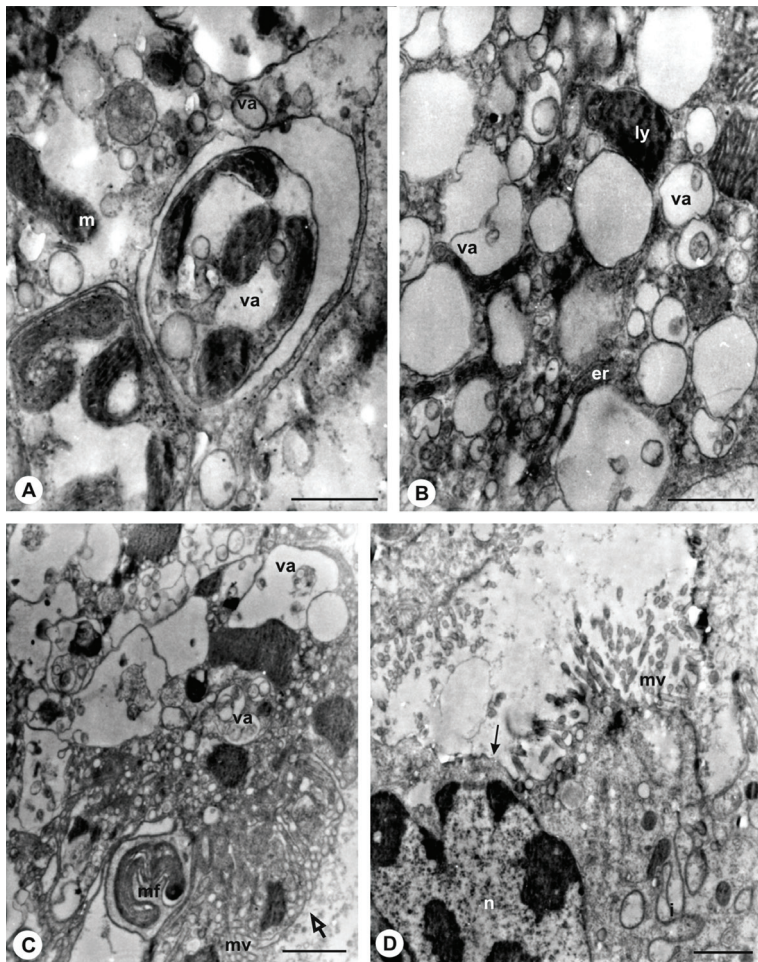
Figura 2.26 – Ultraestrutura do citoplasma das células acinares das glândulas salivares de fêmeas semi-ingurgitadas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Observe os vacúolos (**va**) e lisossomos (**ly**). Algumas células possuem microvilosidades (**mv**) enquanto em outras estas retraíram ou foram perdidas (**seta cheia**).

mf = figuras mielínicas; **er** = retículo endoplasmático; **m** = mitocôndria; **i** = interdigitação; **seta vazia** = microfilamentos; **n** = núcleo.
Barras: [A] e [B] = 0,5μm; [C] e [D] = 1μm.

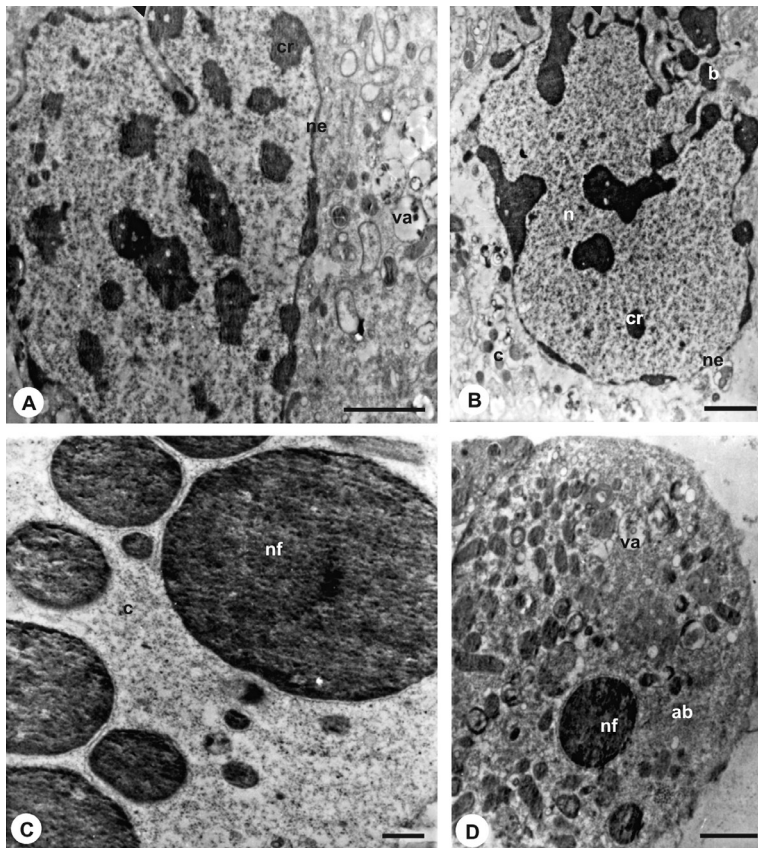
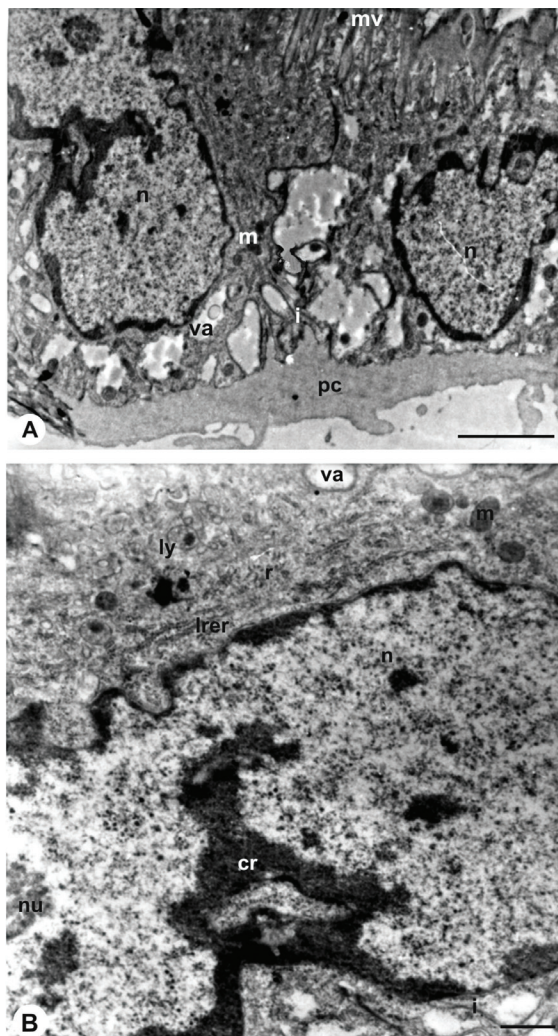
Figura 2.27 – Alterações nos núcleos (**n**) das células acinares das glândulas salivares de fêmeas semi-ingurgitadas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. [A] início da condensação da cromatina (**cr**) e sua adesão ao envelope nuclear (**ne**) irregular (**arrow**). Observe em [B] a formação de *blebs* (**b**) e em **C**, a liberação de fragmentos nucleares (**nf**) envoltos por membrana. [D] Formação de corpos apoptóticos (**ab**).

c = citoplasma; **va** = vacúolos.
Barras: [A] e [B] = 2μm; [C] = 0,5μm; [D] = 1μm.

Figura 2.28 – Ultraestrutura dos ductos excretores das glândulas salivares de fêmeas semi-ingurgitadas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Observe lisossomos (**ly**), vacúolos (**va**) e alterações nas especializações de membrana (**mv**, **i**).

m = mitocôndria; **r** = ribossomo; **cr** = cromatina; **lrer** = retículo endoplasmático rugoso lamelar; **n** = núcleo; **nu** = nucléolo; **pc** = procutícula.
Barras: [A] = 2μm; [B] = 0,5μm.

Referências

BALASHOV, Y. S. Bloodsucking ticks (Ixodoidea) – vectors of diseases of man and animals. *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, Lanham, v.8, p.161-376, 1972.

BINNINGTON, K. C. Sequential changes in salivary gland structure during attachment and feeding of the cattle tick *Boophilus microplus*. *International Journal for Parasitology*, Oxford, v.8, p.97-115, 1978.

CAMARGO-MATHIAS, M. I.; FURQUIM, K. C. S. The Histology as a Tool for the Understanding of the Morphophysiology of the Brown Dog Tick (*Rhipicephalus sanguineus*) In: JENKINS, O. P. (Ed.). *Advances in Zoology Research*. 1.ed. New York: Nova Science Publishers, v.5, p.167-92, 2013.

COONS, L. B.; ROSHDY, M. Fine structure of the salivary glands of unfed *Dermacentor variabilis*. *Journal of Parasitology*, Lawrence, v.59, p.900-12, 1973.

COONS, L. B.; L'AMOREAUX, W. J. Developmental changes in the salivary glands of male and female *Dermacentor variabilis* (Say) during feeding. In: BOROVSKY, D.; SPIELMAN, A. (Ed.). *Host Regulated Developmental Mechanisms in Vector Arthropods*. v.2, Vero Beach: Institute of Food and Agricultural Sciences of University of Florida, 1986, p.86-92.

FAWCETT, D. W.; BINNINGTON, K. C.; VOIGHT, W. R. The cell biology of the ixodid tick salivary gland. In: SAUER, J. R.; HAIR, J. A. (Eds.). *Morphology, Physiology and Behavioral Biology of Ticks*. Chichester: Ellis Horwood, 1986, p.22-45.

FELDMAN-MUHSAM, B.; BORUT, S.; SALITERNIK-GIVANT, S. Salivary secretion of the male tick during copulation. *Journal of Insect Physiology*, Oxford, v.16, p.1.945-9, 1970.

FURQUIM, K. C. S.; BECHARA, G. H.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. Death by apoptosis in salivary glands of females of the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari, Ixodidae). *Experimental Parasitology*, San Diego, v.119, p.152-63, 2008a.

________. Markers of cell death in salivary glands of males of the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari, Ixodidae). *Parasitology International*, v.57, p.396-404, 2008b.

________. Morpho-histochemical characterization of salivary gland cells of males of the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari, Ixodidae). *Experimental and Applied Acarology*, Amsterdam, v.50, p.59-70, 2010.

GILL, H. S.; WALKER, A. R. The salivary glands of *Hyalomma anatolicum anatolicum*: nature of salivary gland components and their role in tick at-

tachment and feeding. International *Journal for Parasitology*, Oxford, v.18, n.1, p.83-93, 1987.

KROLAK, J. M.; OWNBY, C. L.; SAUER, J. R. Alveolar structure of salivary glands of the lone star tick *Amblyomma americanum* unfed females. *Journal of Parasitology*, Lawrence, v.68, p.61-82, 1982.

MEGAW, M. W. J.; BEADLE, D. J. Structure and function of the salivary glands of the tick, *Boophilus microplus* Canestrini (Acarina: Ixodidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, Oxford, v.8, p.67-83, 1979.

NEEDHAM, G. R.; TEEL, P. D. Water balance by ticks between blood meals. In: SAUER, J. R.; HAIR, J. A. (Eds.). *Morphology, Physiology and Behavioral biology of ticks*. Chichester: Ellis Horwood, p.100-51, 1986.

NUNES, E. T.; CAMARGO-MATHIAS, M. I.; BECHARA, G. H. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrine, 1887) (Acari: Ixodidae): acid phosphatase and ATPase activities localization in salivary glands of females during the feeding period. *Experimental Parasitology*, San Diego, v.114, p.109-17, 2006.

NUNES, E. T. et al. Morphological, histological, and ultrastructural characterization of degenerating salivary glands in females of the cattle-tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). *Micron*, Oxford, v.36, p.437-47, 2005.

NUNES, P. H.; BECHARA, G. H.; CAMARGO-MATHIAS M. I. Morphological changes in the salivary glands of *Amblyomma cajennense* females (Acari: Ixodidae) in different feeding stages on rabbits at first infestation. *Experimental and Applied Acarology*, v.45, n.3-4, p.199-209, 2008.

OLIVIERI, J. A.; SERRA-FREIRE, N. M. Structure of the salivary glands of the unfed female tick *Amblyomma cajennense* (Fabricius) (Acarina: Ixodidae). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v.87, suppl.1, p.167-74, 1992.

RIBEIRO, J. M. C. et al. Antihaemostatic, antiinflammatory and immunosupressive properties of the saliva of a tick, *Ixodes dammini*. *Journal of Experimental Medicine*, New York, v.161, p.332-44, 1985.

SAUER, J. R; ESSENBERG, R. C.; BOWMAN, A. S. Salivary glands in ixodid ticks: control and mechanism of secretion. *Journal of Insect Physiology*, Oxford, v.46, p.1069-78, 2000.

SCHUMAKER, T. T.; SERRA-FREIRE, N. M. Histologia das glândulas salivares de adultos de *Argas (Persicargas) miniatus* (Koch, 1844) (Ixodoidea: Argasidae) em jejum, em alimentação e alimentados. *Revista Brasileira de Entomologia*, São Paulo, v.35, p.49-72, 1991.

SONENSHINE, D. E. *Biology of ticks*. New York: Oxford University Press, p.141-58, 1991.

TATCHELL, R. J. The ionic regulatory role of the salivary secretion of the cattle tick *Boophilus microplus*. *Journal of Insect Physiology*, Oxford, v. 15, 1421-30, 1969.

TILL, W. M. A contribution to the anatomy and histology of the brown ear tick *Rhipicephalus appendiculatus* Neumann. *Memoirs of the Entomological Society of Southern Africa*, Pretoria, v.6, p.1-124, 1961.

WALKER, A.; FLETCHER, J. D.; GILL, H. S. Structural and histochemical changes in the salivary glands of *Rhipicephalus appendiculatus* during feeding. *International Journal for Parasitology*, Oxford, v.15, n.1, p.81-100, 1985.

WIKEL, S. K. Tick modulation of host immunity: an important factor in pathogen transmission. *International Journal for Parasitology*, Oxford, v.29, p. 851-9, 1999.

3
Corpo gorduroso

Sandra Eloisi Denardi e
Maria Izabel Camargo Mathias

A participação do corpo gorduroso no processo de reprodução de Arthropoda em geral tem sido relatada como de extrema importância por estudiosos da área (Gillott, 1995; Chapman, 1998).

O corpo gorduroso de carrapatos, especificamente, já foi descrito como menos desenvolvido do que aquele presente nos insetos, por exemplo; porém, desempenhando as mesmas funções, ou seja, a de estocar materiais de reserva, fazer o preenchimento do corpo, além de ser um importante órgão atuante no metabolismo intermediário (Sonenshine, 1991).

Alguns autores, incluindo Obenchain e Oliver (1971), estudando o corpo gorduroso de diversas espécies de carrapatos, demonstraram que este tecido estaria preferencialmente localizado: a) próximo à parede do corpo e/ou b) circundando alguns órgãos. Desta forma, denominaram este tecido, em carrapatos, de corpo gorduroso periférico e de corpo gorduroso central, respectivamente.

Essa terminologia utilizada anteriormente, no entanto, segundo estudos recentes, não expressou a real localização desse tecido nos carrapatos e após outras análises de Denardi, Bechara e Camargo-Mathias (2008) em carrapatos da espécie *A. cajennense* ficou estabelecido que, para os carrapatos, seriam utilizadas as mesmas denominações para a localização do corpo gorduroso que aquelas dos insetos (Gillott,

1995; Chapman, 1998), ou seja, substituíram-se as denominações corpo gorduroso periférico e corpo gorduroso central, por corpo gorduroso parietal (localizado logo abaixo do integumento) e corpo gorduroso perivisceral (localizado ao redor de órgãos como ovários e intestinos). Sendo assim, a partir daí, verificou-se que a terminologia utilizada para localizar o corpo gorduroso nos insetos seria a mais adequada também para designar a localização do corpo gorduroso dos carrapatos.

Tsvileneva (1961, 1963), em estudos mais refinados com o corpo gorduroso em outras espécies de carrapatos, observou a presença de dois tipos de célula neste tecido, diferenciadas umas das outras pela basofilia de seu citoplasma. As acidófilas foram consideradas equivalentes aos trofócitos (ou adipócitos) e as basófilas aos nefrócitos dos insetos. Ainda segundo Tsvileneva (1961, 1965) e Balashov (1963), as células denominadas de nefrócitos nos carrapatos, provavelmente seriam análogas aos enócitos dos insetos. Entretanto, dados obtidos de estudos mais recentes com o corpo gorduroso de carrapatos da espécie *A. cajennense* permitiram estabelecer que os nefrócitos estariam ausentes nestes animais, bem como as células semelhantes aos enócitos encontrados em insetos. Dessa forma, não existiriam outros tipos celulares associados, e sim apenas os trofócitos (Denardi; Bechara; Camargo-Mathias, 2008).

Neste mesmo estudo, também se estabeleceu para *A. cajennense* que o corpo gorduroso de fêmeas semi-ingurgitadas seria constituído por dois tipos de trofócitos, tipos estes que foram denominados de trofócito cúbico (trC) e trofócito arredondado (trR) em função de suas formas e histologia, sendo encontrados tanto no corpo gorduroso parietal quanto no perivisceral (ibidem) e onde notou-se que os trofócitos cúbicos (trC) possuiriam área citoplasmática significativamente inferior àquela dos arredondados (trR). Uma provável explicação para este fato seria de que os trofócitos cúbicos estariam sofrendo pressão das células adjacentes (outros trofócitos), uma vez que estariam arranjados na forma de cordões. Já os arredondados, os quais se encontrariam isolados e localizados em cima dos cordões de trofócitos cúbicos, não estariam sujeitos a este tipo de pressão e, além disso, teriam, consequentemente, uma maior área de contato com a hemolinfa (ibidem).

O estudo ultraestrutural do corpo gorduroso de fêmeas semi-ingurgitadas de *A. cajennense* mostrou que, embora os trofócitos estejam intimamente associados entre si, não existe fusão de membrana plasmática, apenas, eventualmente, a fusão das lâminas basais de trofócitos adjacentes em regiões onde existe o contato célula/célula. Essas lâminas basais fundidas poderiam estar atuando como uma barreira de permeabilidade seletiva, mediando o tráfego de material em ambas as direções (intra e extracelular); as membranas plasmáticas e os citoplasmas dessas células permaneceriam, contudo, individualizados (ibidem).

O estudo do corpo gorduroso nos carrapatos em geral ainda está em fase inicial. A partir daqui novas espécies devem ser analisadas, de onde novas informações provavelmente serão obtidas.

O que os trabalhos recentes acrescentaram aos dados já existentes na literatura é que antes se acreditava que o corpo gorduroso participaria de forma efetiva na vitelogênese – processo que ocorre para o desenvolvimento dos ovócitos – porém, os estudos atuais mostram que a quantidade de corpo gorduroso presente nas fêmeas de *A. cajennense* em estágio de reprodução seria muito pequena e não conseguiria suprir o grande número de ovócitos com os elementos do vitelo, o que sinalizou a existência de outros prováveis sítios de produção de elementos vitelogênicos que não somente o corpo gorduroso (ibidem).

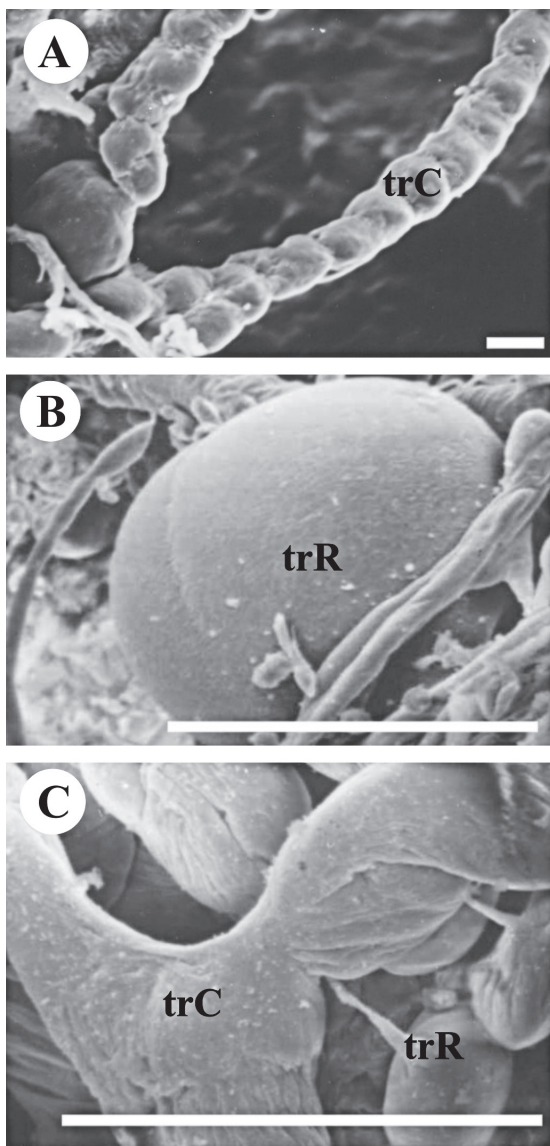
Figura 3.1 – Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de fêmeas semi-ingurgitadas de carrapatos *Amblyomma cajennense* mostrando trofócitos cúbicos (**trC**) e trofócitos arredondados (**trR**).

Barras [A] e [C] = 10µm; Barra [B] = 2µm

Figura 3.2 – Representação esquemática das células do corpo gorduroso de fêmeas semi-ingurgitadas do carrapato *A. cajennense,* segundo Denardi et al. (2008), onde se observam trofócitos cúbicos (**trC**) e trofócitos arredondados (**trR**).

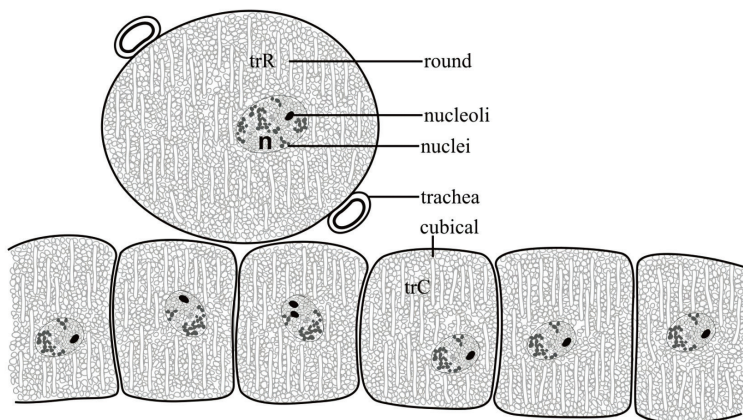



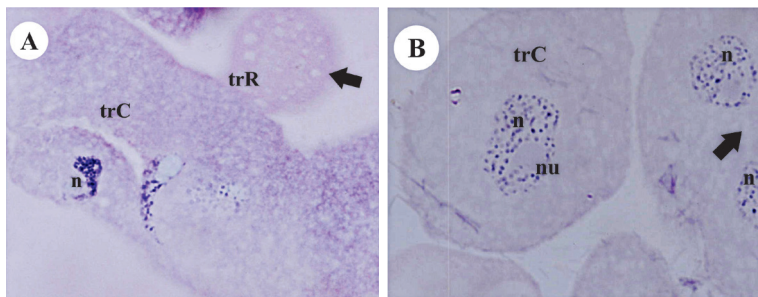
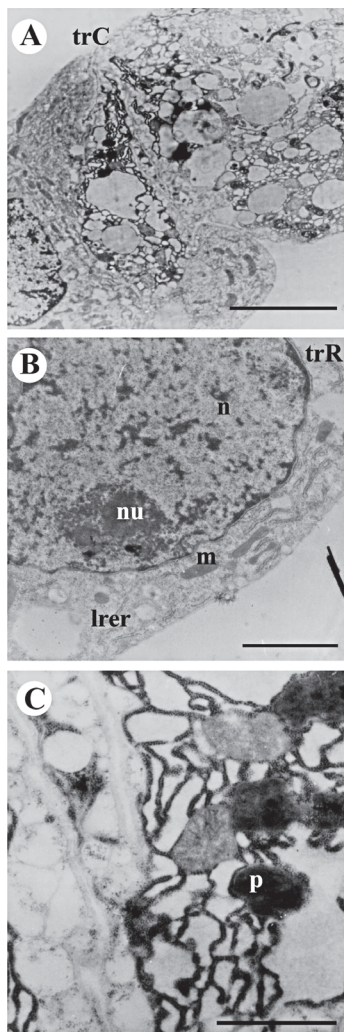
Figura 3 – Secções histológicas das células do corpo gorduroso de fêmeas semi-ingurgitadas do carrapato *A. cajennense*, coradas pela hematoxilina e eosina, mostrando os trofócitos cúbicos (**trC**) e trofócitos arredondados (**trR**). As setas indicam o citoplasma vacuolizado. Os núcleos (**n**) apresentam nucléolos (**nu**)

Barras [A] e [B] = 20μm

Figura 3.4 – Micrografias eletrônicas das células do corpo gorduroso de fêmeas semi-ingurgitadas do carrapato *A. cajennense* mostrando trofócitos cúbicos (**trC**) e trofócitos arredondados (**trR**), onde se observam inúmeras mitocôndrias (**m**) e retículo endoplasmático rugoso lamelar (**lrer**). Núcleo (**n**) com nucléolo (**nu**). Gotas de lipídios (**l**) e grânulos de proteínas (**p**).

Barra [A] = 2µm; [B] = 6µm; [C] = 1µm.

Referências

BALASHOV, Y. S. Anatomic-histological peculiarities of molting of *Hyalomma asiaticum* ticks (Acarina, Ixodoidea). *Zoologicheskii Zhurnal*, Moskva, v.42, p.345-58, 1963.

CHAPMAN, F. R. *The Insects:* Structure and Function. 4.ed. New York: Cambridge University, 1998.

DENARDI, S. E.; BECHARA, G. H.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. New morphological data on fat bodies of semi-engorged females of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae). *Micron,* New York, v.39, n.7, p.875-83, Oct. 2008. doi: 10.1016/j.micron.2007.12.002. Epub 2007 Dec 15.

GILLOT, C. *Entomology*. 2.ed. New York: Plenum Press, 1995.

OBENCHAIN, F. D.; OLIVER JR., J. H. A qualitative analysis of the form, function and interrelationships of fat body and associated tissues in adult ticks. *Journal of Experimental Biology*, Cambridge, v.186, p.217-36, 1971.

SONENSHINE, D. E. The female reproductive system. In: ______. (Org.). *Biology of ticks*. New York: Oxford University Press, 1991, p.280-304.

TSVILENEVA, V. A. Comparative histology of the blood and connective tissue. Formed elements of hemolymph in ixodid ticks. *Arkhiv Anatomii, Gistologii i Embriologii*, Leningrad, v.40, p.91-100, 1961.

______. On the morphology of the connective tissue of ixodid ticks. *Doklady Akademii Nauk Tadzhikskoi SSR,* Dusanbe, v.24, p.171-7, 1963.

______. The nervous structure of the ixodid synganglion (Acarina: Ixodoidea). *Entomological Review*, Washington, v.44, p.135-42, 1965.

4
Sistema reprodutor feminino

Gislaine Cristina Roma, Gustavo Seron Sanches,
Patrícia Rosa de Oliveira, Sandra Eloisi Denardi,
Maria Izabel Camargo Mathias

O sistema reprodutor feminino dos carrapatos consiste em um ovário tubular em forma de ferradura, que está localizado no terço posterior do corpo e estende-se na direção posterolateral. Este sistema ovário possui um par de ovidutos, um útero, uma vagina e um par de glândulas acessórias, estas últimas desembocando na abertura genital (Sonenshine, 1991; Said, 1992).

Os trabalhos com sistema reprodutor de carrapatos realizados até 2003 não haviam classificado os ovários segundo a sua morfologia (Till, 1961; Balashov, 1983; Sonenshine, 1991), o que veio a ocorrer apenas em 2004 por meio de novos resultados que foram obtidos por Denardi et al. (2004), quando da realização de estudos morfológicos, onde ficou estabelecido que os ovários destes ectoparasitas seriam do tipo panoístico, em que todas as células germinativas presentes corresponderiam às ovogonias (futuros ovócitos), não estando presentes, portanto, nem as células nutridoras nem, especificamente em carrapatos, as foliculares.

O ovário de carrapatos, em geral, é um órgão formado por uma parede de pequenas células epiteliais, as quais possuem núcleos esféricos, e estas delimitam um lúmen. Em sua parede, um grande número de ovócitos se fixa por meio das células do pedicelo (células do epitélio ovariano que, em determinadas regiões, se proliferam para

fixar o ovócito) e aí permanecem até o momento de sua liberação para o interior do lúmen (Denardi et al., 2004; Oliveira; Camargo-Mathias; Bechara, 2006, 2007a, 2007b; Oliveira et al., 2005a, b; Ricardo et al., 2007; Saito et al., 2005). Dados recentes têm demonstrado que o pedicelo, além desta função mecânica de fixar os ovócitos ao ovário, tem ainda a função de sintetizar parte dos elementos vitelogênicos que são transportados para o interior do ovócito via transporte ativo, o qual ocorre principalmente na região próxima ao complexo ovócito/pedicelo (Oliveira; Camargo-Mathias; Bechara, 2007a).

Os ovócitos aderidos ao ovário dos carrapatos estão distribuídos em duas regiões distintas. Na região distal são encontrados aqueles em estágios iniciais de desenvolvimento (I e II), pequenos e com coloração clara e na proximal, os ovócitos em estágios mais avançados de desenvolvimento (III, IV e V), maiores e com coloração mais escura. O desenvolvimento dos ovócitos é simultâneo, porém assincrônico, ou seja, embora todos os ovócitos se desenvolvam ao mesmo tempo, a vitelogênese em cada um ocorre em tempos diferentes, capacitando estas células a serem fecundadas também em tempos diferentes (Denardi et al., 2004; Oliveira et al., 2005a).

Os trabalhos mais antigos que foram desenvolvidos com o sistema reprodutor de carrapatos sugeriram uma classificação dos estágios de desenvolvimento dos ovócitos (Till, 1961; Sonenshine, 1991), porém aqueles mais recentes aprimoraram esta classificação, renomeando-a e acrescentando outros critérios que facilitaram didaticamente o entendimento dos processos reprodutivos destes ectoparasitas.

Atualmente, nos carrapatos, os ovócitos são classificados em estágios de desenvolvimento segundo vários critérios morfológicos, tais como: a) aspecto citoplasmático, b) localização da vesícula germinal, c) presença de quantidade e da constituição dos grânulos de vitelo e d) presença de cório (Denardi et al., 2004). Em *Amblyomma cajennense* (ibidem), *Boophilus microplus* (Saito et al., 2005), *Rhipicephalus sanguineus* (Oliveira et al., 2005a) e *A. brasiliensis* (Sanches; Bechara; Camargo-Mathias, 2009), os ovócitos são classificados em cinco estágios de desenvolvimento (I-V), enquanto em *A. triste* (Oliveira; Camargo-Mathias; Bechara, 2006), em quatro estágios (I-IV).

Dessa forma, os diferentes estágios pelos quais passam os ovócitos dos carrapatos, de maneira geral, são assim caracterizados:

> *Ovócitos I*: células pequenas, elípticas e com vesícula germinal (núcleo) central, apresentando um nucléolo bem evidente e que ocupa grande parte do citoplasma, o qual possui aspecto homogêneo em função da ausência de granulações vitelogênicas, porém é rico em ribossomos livres e polirribossomos, bem como com algumas mitocôndrias presentes, as quais estão localizadas principalmente na região periférica do ovócito. Estas células estão envoltas por fina membrana plasmática, a qual apresenta as especializações em início de formação, e aí já começam a ser denominadas de microvilos. Neste estágio, somente ocorre a produção de proteínas estruturais (endógena), ou seja, o processo vitelogênico exógeno ainda não teve início (Denardi et al., 2004; Oliveira; Camargo-Mathias; Bechara, 2006, 2007b; Oliveira et al., 2005a; Saito et al., 2005).
>
> *Ovócitos II*: células maiores do que as anteriores, elípticas e ainda apresentando a vesícula germinal na região central. Essas células possuem fina e homogênea granulação vitelogênica, visto que, nesse momento, a síntese endógena e/ou incorporação de elementos vitelogênicos extraovarianos (exógeno) já começa a ocorrer. As organelas observadas mais frequentemente são as mitocôndrias, que ocupam a região periférica do ovócito, além de numerosos ribossomos livres e/ou aderidos à membrana de um retículo endoplasmático rugoso pouco desenvolvido. Limitando o conteúdo deste ovócito, encontra-se uma membrana plasmática apoiada numa espessa lâmina basal e repleta de longos e frequentes microvilos. A lâmina basal apresenta-se diferenciada em duas regiões: a interna de maior espessura, que está em contato direto com os microvilos e, a externa, menos espessa e com aspecto fibrilar (Denardi et al., 2004; Oliveira; Camargo-Mathias; Bechara, 2006, 2007b; Oliveira et al., 2005a; Saito et al., 2005).

Ovócitos III: têm tamanho intermediário, com forma variando de arredondada a elíptica. A vesícula germinal muda agora de posição, passando a ocupar o polo do ovócito voltado para o pedicelo, isso em função de menor dimensão dos grânulos de vitelo aí presentes. O resto do citoplasma está repleto de grânulos com diversos tamanhos, em que os menores ocupam a região central e os maiores, a periférica, indicando a ocorrência de processos de fusão dos grânulos menores que resultam em grânulos maiores, justificando assim o aumento gradativo de tamanho dos grânulos em direção à periferia do ovócito. Neste estágio de desenvolvimento, é encontrado um acúmulo de mitocôndrias, possivelmente relacionado com a preparação dessas células para um período importante da vitelogênese, no qual estas organelas tornam-se pré-requisito tanto para a produção endógena como para a incorporação exógena de elementos que constituirão o vitelo, como lipídios, proteínas e carboidratos (Balashov, 1972). Além dessas organelas, numerosos ribossomos e retículo endoplasmático rugoso são ainda frequentemente encontrados, indicando que, nesta fase do desenvolvimento, o ovócito continua sintetizando endogenamente os elementos vitelogênicos. Esses ovócitos ainda apresentam numerosos microvilos em sua membrana plasmática, a qual permanece apoiada numa espessa lâmina basal (Denardi et al., 2004; Oliveira; Camargo-Mathias; Bechara, 2006, 2007b; Oliveira et al., 2005a; Saito et al., 2005).

Ovócitos IV: maiores do que os do estágio anterior, arredondados e com vesícula germinal ocupando o polo do ovócito voltado para o pedicelo. O citoplasma apresenta muitos grânulos de vitelo de vários tamanhos distribuídos aleatoriamente, além de pequenas mitocôndrias. Neste estágio, já está ocorrendo também a deposição do cório (membrana protetora e resistente que minimiza os efeitos de choques mecânicos, da dessecação e da predação, além de permitir as trocas gasosas entre o embrião e o ambiente), uma

vez que já foram observadas vesículas de exocitose (envoltas por membrana e contendo material a ser secretado para o meio externo) transportando material, o qual seria depositado e polimerizado na região entre a lâmina basal e a membrana plasmática. Nesta fase do desenvolvimento, os microvilos não são mais observados, uma vez que o processo de incorporação de material da hemolinfa já foi finalizado (Denardi et al., 2004; Oliveira; Camargo-Mathias; Bechara, 2006, 2007b; Oliveira et al., 2005a; Saito et al., 2005).

Ovócitos V: as maiores células germinativas nos ovários, com forma arredondada e onde a vesícula germinal torna-se difícil de visualizar, em função dos grandes e numerosos grânulos presentes no citoplasma. Ao redor deste ovócito, o cório está completamente depositado sendo constituído por duas camadas: o exocório, mais externo e menos espesso e o endocório, mais interno e mais espesso, e que está em contato direto com o ovócito, vindo a indicar o final do processo vitelogênico (Denardi et al., 2004; Oliveira; Camargo-Mathias; Bechara, 2006, 2007b; Oliveira et al., 2005a; Saito et al., 2005).

Uma das particularidades encontradas no sistema reprodutor dos carrapatos em geral se refere ao fato de que, na espécie *A. triste,* os ovócitos IV (último estágio de desenvolvimento) acumulam menor quantidade de vitelo (proteínas, lipídios e carboidratos) e não apresentam cório subdividido em endo e exocório, assim como encontrado nas demais espécies.

Sendo assim, fica claro que estudos relacionados ao sistema reprodutivo dos Ixodidae trazem importantes informações para a compreensão da biologia destes ectoparasitas, o que inclusive auxilia na obtenção dos meios alternativos para o controle de sua reprodução, bem como das patologias por eles causadas.

Amblyomma cajennense

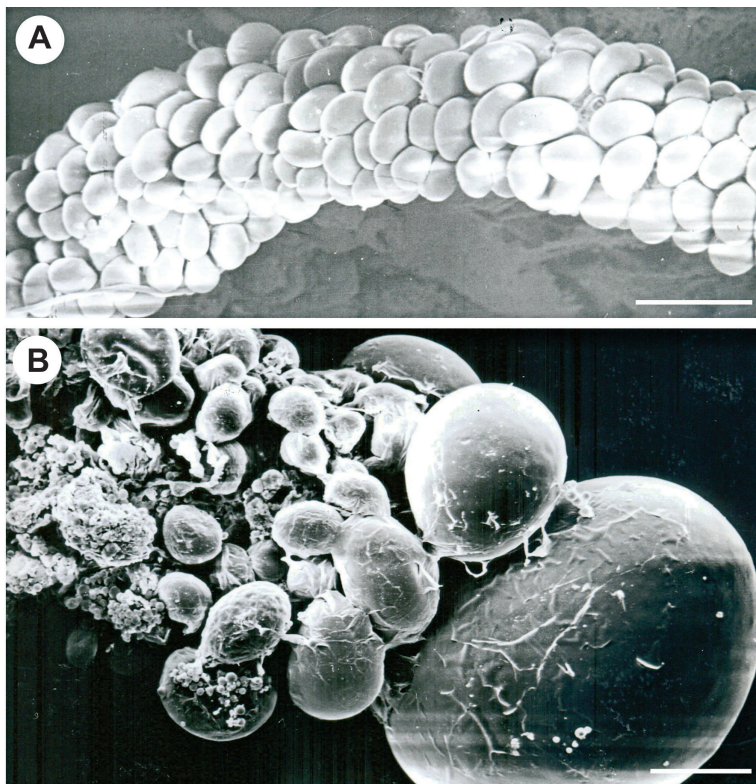
Figura 4.1 – Microscopia Eletrônica de Varredura de ovário (**ov**) de fêmeas semi-ingurgitadas de carrapatos *Amblyomma cajennense* mostrando ovócitos em vários estágios de desenvolvimento.

[A] Região distal; [B] Região proximal.
Barras [A] e [B] = 0,1 μm

Figura 4.2 – Representação esquemática dos estágios de desenvolvimento pelos quais passam os ovócitos nos ovários de carrapatos *A. cajennense*, segundo Denardi et al. (2004).

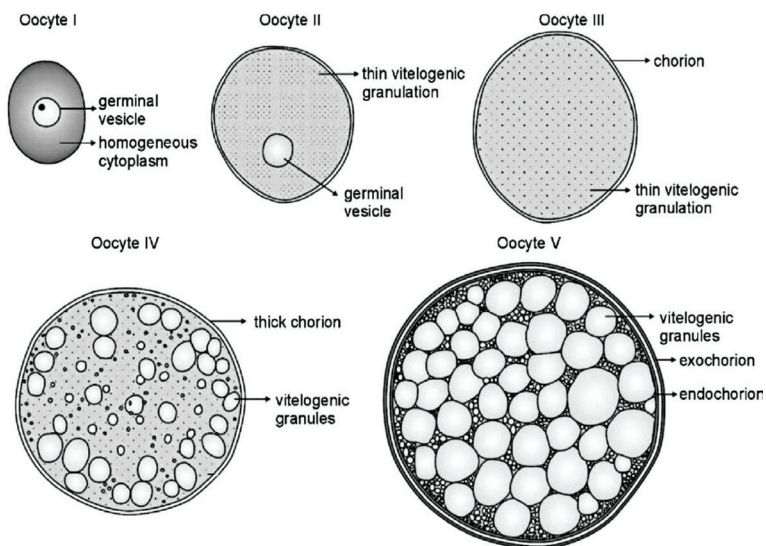



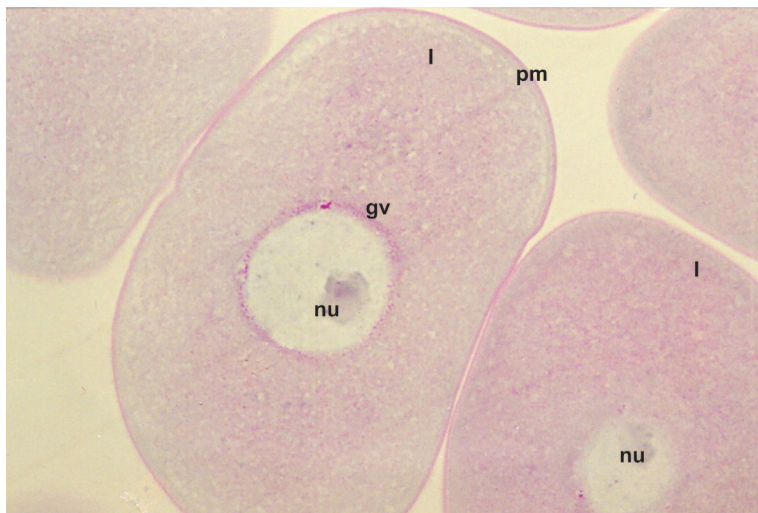
Figura 4.3 – Secção longitudinal do ovário (**ov**) de fêmeas semi-ingurgitadas de carrapatos *A. cajennense*, coradas pela hematoxilina e eosina, mostrando ovócitos tipo I (**I**); vesícula germinal (**gv**) com nucléolos (**nu**). O limite do ovócito I encontra-se mais corado (**pm**) e seu citoplasma homogêneo.

Aumento = 500X

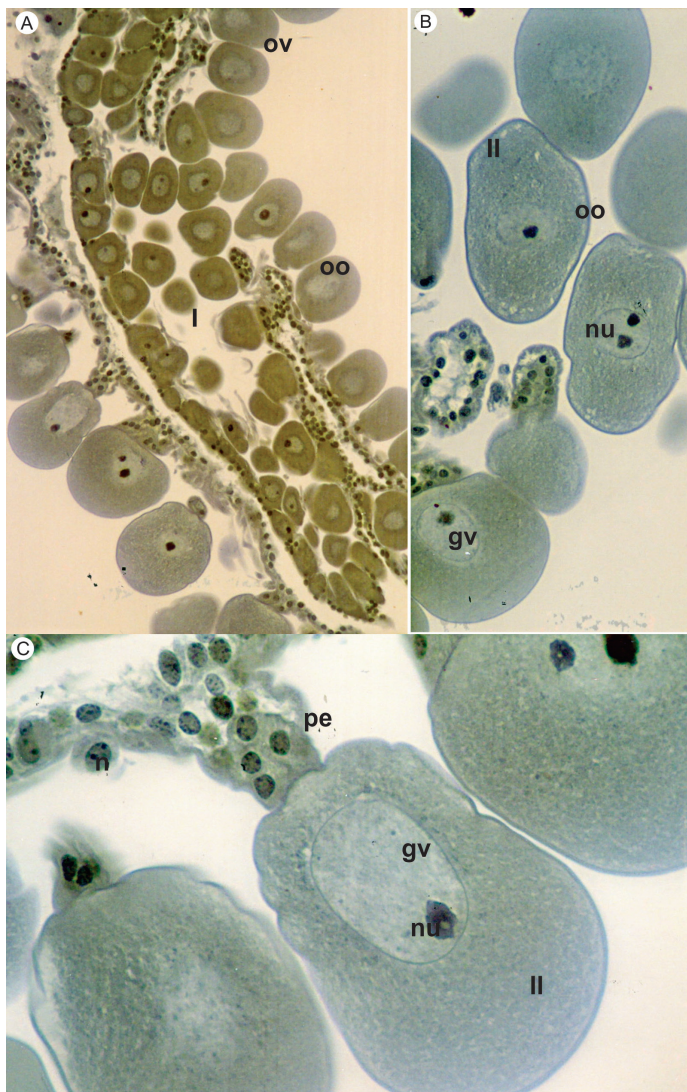
Figura 4.4 – Secções longitudinais dos ovários (**ov**) de fêmeas semi--ingurgitadas de carrapatos *A. cajennense*, coradas pelo azul de bromofenol, onde se observam ovócitos (**oo**) do tipo II (**II**); pedicelo (**pe**); lúmen (**l**); núcleo das células do pedicelo (**n**); nucléolo (**nu**).

Aumento [A] = 130X; [B] = 200X; [C] = 500X

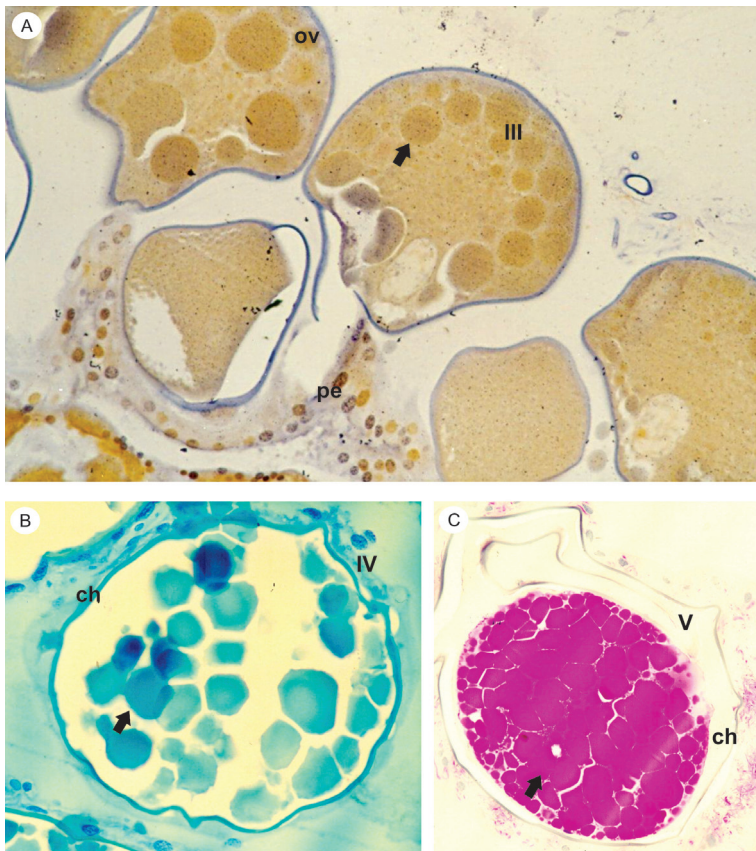
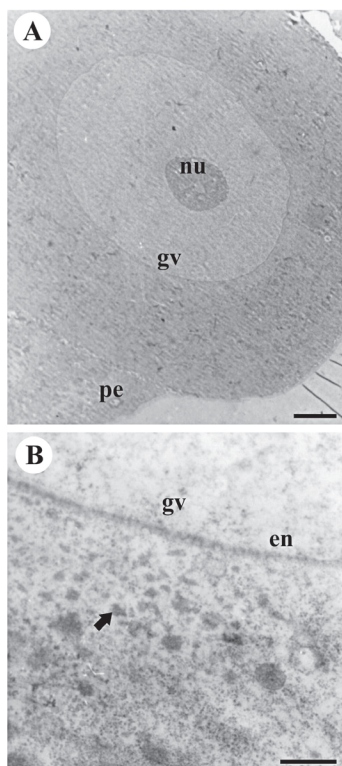
Figura 4.5 – Secções histológicas dos ovários (**ov**) de fêmeas semi-ingurgitadas de *A. cajennense*.

[A] Ovários corados por Von Kossa para a detecção de cálcio.
[B] Ovários corados pelo azul do nilo para detecção de lipídeos.
[C] Ovários corados pelo PAS/*alcian blue* para detecção de polissacarídeos. Nas secções histológicas, observam-se ovócitos do tipos III (**III**), IV (**IV**) e V (**V**); setas indicam grânulos vitelogênicos. Os ovócitos do tipo III (**III**) estão presos ao ovário pelas células do pedicelo (**pe**). Nos ovócitos do tipo IV (**IV**) e V (**V**) o cório (**ch**) já está depositado.
Aumento [A] = 200X; [B] = 250X; [C] = 85X

Figura 4.6 – Micrografias eletrônicas de ovócitos de fêmeas semi-ingurgitadas de *A. cajennense.*

[A] Ovócito em estágio inicial de desenvolvimento, onde se observa a vesícula germinal (**gv**). O mesmo está preso ao pedicelo (**pe**).
[B] Ovócito em estágio mais desenvolvido mostrando envoltório (**en**) da vesícula germinal (**gv**) e a seta indicando granulação citoplasmática mais grosseira nesta região.
Barras [A] = 10 μm; [B] = 1 μm

Amblyomma triste

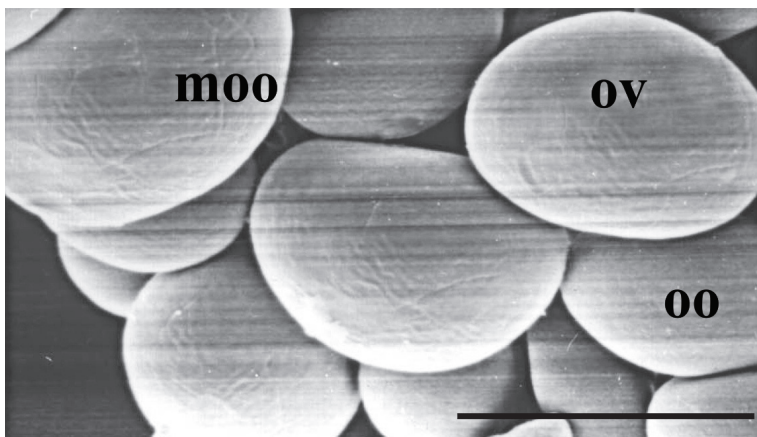
Figura 4.7 – MEV do ovário de carrapatos *Amblyomma triste* exibindo ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento mostrando ovócitos desenvolvidos (**moo**), ovócitos jovens (**oo**) e o ovário (**ov**).

Barra = 100 µm

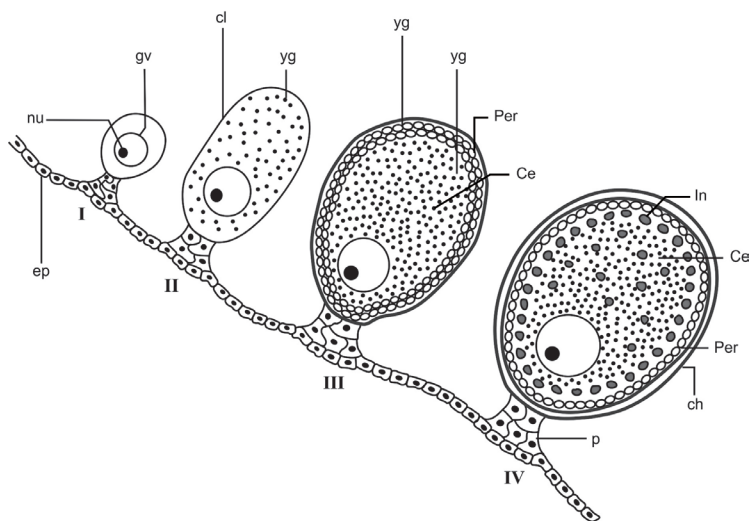
Figura 4.8 – Esquema da ovogênese em secções do ovário de carrapatos *Amblyomma triste*, onde podem ser observados o ovócito I (**I**), ovócito II (**II**), ovócito (**III**), ovócito IV (**IV**), ovócito (**V**), cório (**ch**), epitélio ovariano (**ep**); vesícula germinal (**gv**); nucléolo (**nu**); grânulos de vitelo (**yg**), pedicelo (**p**), limite celular (**cl**), Região Periférica (**Per**), Região Central (**Ce**), Região Intermediária (**In**).

Barra = 50 µm

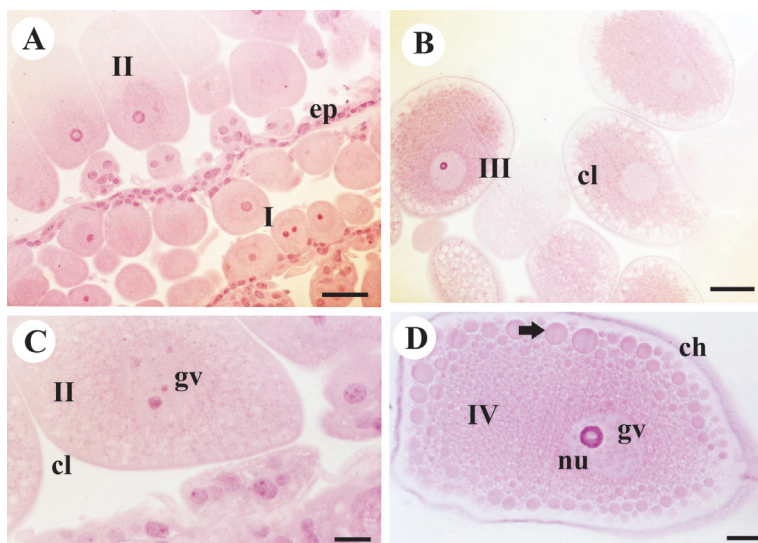
Figura 4.9 – Secções histológicas do ovário de carrapatos *Amblyomma triste* coradas pela H-E.

[A] Detalhe dos ovócitos I (**I**) e II (**II**), onde pode ser observado também o epitélio ovariano (**ep**).
[B] Detalhe dos ovócitos III (**III**) mostrando o limite celular (**cl**) destas células.
[C] Detalhe do ovócito II (**II**), onde podem ser observados a vesícula germinal (**gv**) e o limite celular (**cl**).
[D] Detalhe do ovócito IV (**IV**) mostrando o nucléolo (**nu**), vesícula germinal (**gv**), o cório (**ch**) e os grânulos de vitelo (**seta**).
Barras: [A] e [B] = 50 μm; [C] e [D] = 20 μm

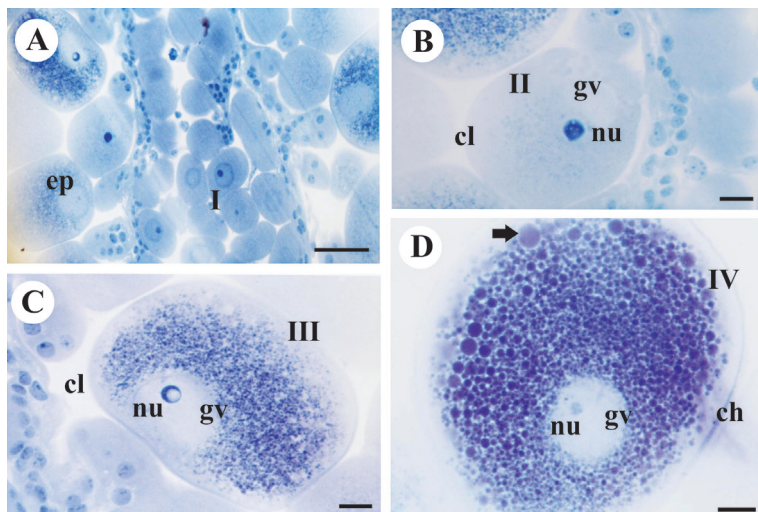
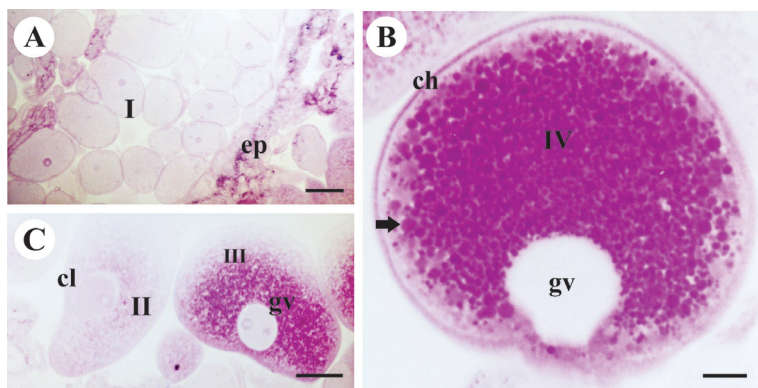
Figura 4.10 – Secções histológicas de ovário de *Amblyomma triste.*

[A] Detalhe do ovócito I (**I**) e do epitélio ovariano (**ep**) corados pelo azul de bromofenol.
[B] Detalhe do ovócito II (**II**) corado pelo azul de bromofenol, onde pode ser observada a vesícula germinal (**gv**), o nucléolo (**nu**) e o limite celular (**cl**).
[C] Detalhe do ovócito III (**III**), corado pelo azul de bromofenol, mostrando a vesícula germinal (**gv**), o nucléolo (**nu**) e o limite celular (**cl**).
[D] Detalhe do ovócito IV (**IV**), corado pelo azul de bromofenol, mostrando o nucléolo (**nu**), vesícula germinal (**gv**), o cório (**ch**) e os grânulos de vitelo (**seta**).
Barras: [A] = 50 µm; [B], [C] e [D] = 20 µm

Figura 4.11 – Secções histológicas de ovário de *Amblyomma triste.*

[A] Detalhe do ovócito I (**I**) e do epitélio ovariano (**ep**) corados pelo PAS.
[B] Detalhe do ovócito IV (**IV**), corado pelo PAS, mostrando a vesícula germinal (**gv**), o cório (**ch**) e os grânulos de vitelo (**seta**).
[C] Detalhe dos ovócitos II (**II**) e III (**III**), corados pelo PAS, onde podem ser observados a vesícula germinal (**gv**) e o limite celular (**cl**).
Barras: [A] = 50 µm; [B] = 20 µm; [C] = 50 µm

Rhipicephalus sanguineus

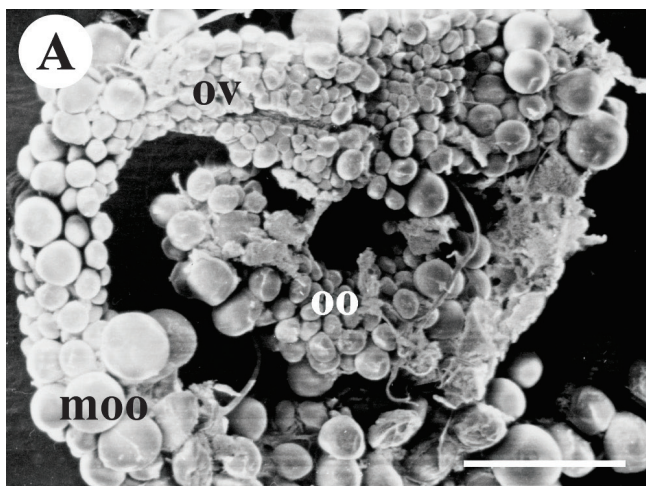
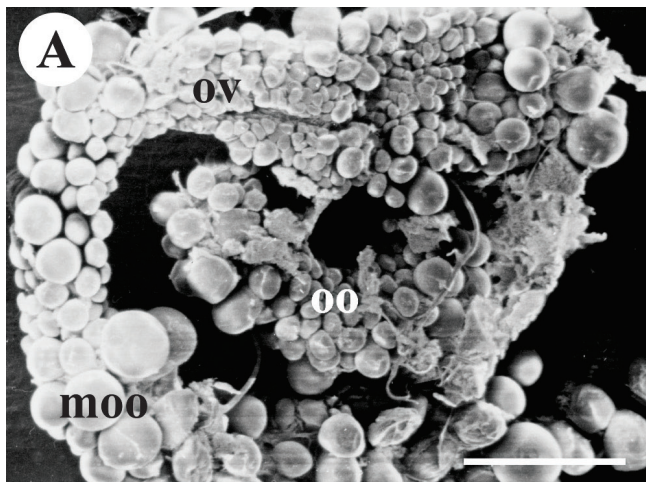
Figura 4.12 – MEV do ovário de *Rhipicephalus sanguineus* exibindo ovócitos em diferentes estágios de desenvolvimento, mostrando ovócitos desenvolvidos (moo), ovócitos jovens (**oo**) e o ovário (**ov**).

Barras: [A] = 500 μm; [B] = 100 μm

Figura 4.13 – Esquema da ovogênese em secções do ovário de *Rhipicephalus sanguineus*, onde podem ser observados o ovócito I (**I**), ovócito II (**II**), ovócito (**III**), ovócito IV (**IV**), ovócito (**V**), cório (**ch**), epitélio ovariano (**ep**); vesícula germinal (**gv**); nucléolo (**nu**); grânulos de vitelo (**yg**).

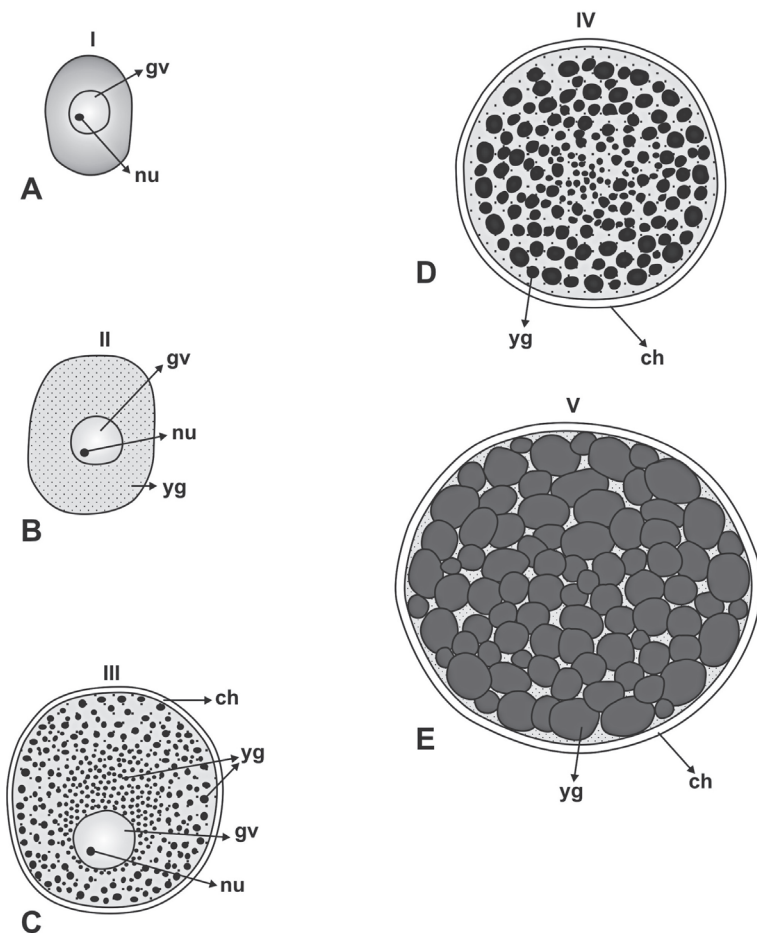



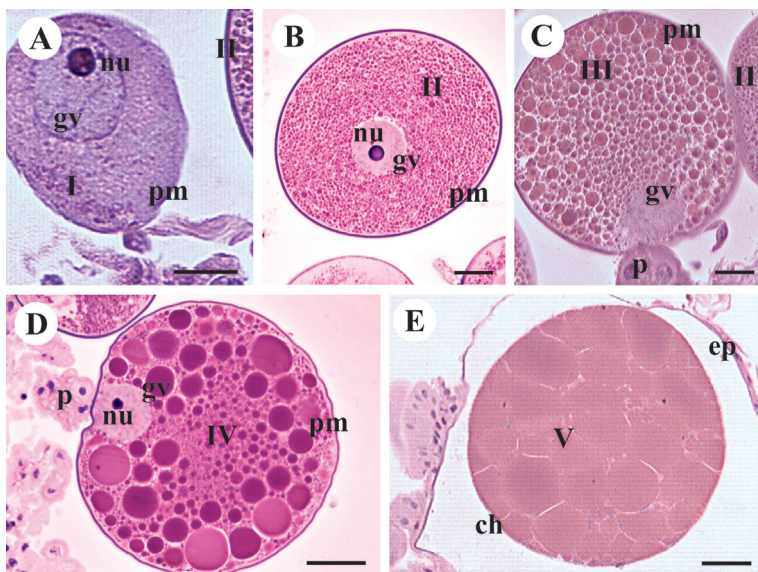
Figura 4.14 – Secções histológicas do ovário do carrapato *Rhipicephalus sanguineus* coradas pela H-E.

[A] Detalhe do ovócito I (**I**) mostrando nucléolo (**nu**), vesícula germinal (**gv**) e membrana plasmática (**pm**). [B] Detalhe do ovócito II (**II**) mostrando nucléolo (**nu**), vesícula germinal (**gv**) e membrana plasmática (**pm**). [C] Detalhe do ovócito III (**III**), onde podem ser observados a vesícula germinal (**gv**), a membrana plasmática (**pm**) e o pedicelo (**p**). [D] Detalhe do ovócito IV (**IV**) mostrando nucléolo (**nu**), vesícula germinal (**gv**), membrana plasmática (**pm**) e o pedicelo (**p**). [E] Detalhe do ovócito (**V**), onde podem ser observados o epitélio ovariano (**ep**) e o cório (**ch**).
Barras: [A] = 20 μm; [B] = 20 μm; [C] = 20 μm; [D] = 20 μm; [E] = 100 μm

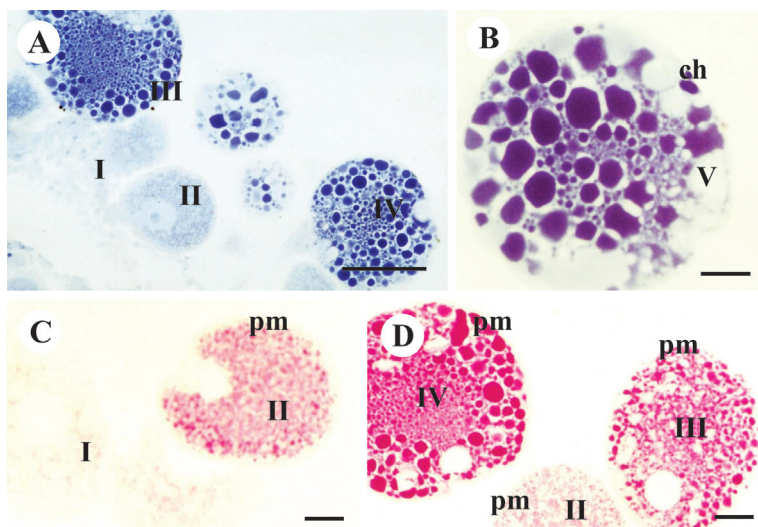
Figura 4.15 – Secções histológicas do ovário de *Rhipicephalus sanguineus*.

[A] Ovócitos I (**I**), II (**II**), III (**III**) e IV (**IV**) corados pelo azul de bromofenol. [B] Ovócitos V (**V**), corados pelo azul de bromofenol, mostrando o cório (**ch**). [C] Ovócitos I (**I**) e II (**II**) corados pelo PAS, onde se observa a membrana plasmática (**pm**). [D] Ovócitos II (**II**), III (**III**) e IV (**IV**), corados pelo PAS, mostrando a membrana plasmática (**pm**).
Barras: [A] e [B] = 50 μm; [C] = 20 μm; [D] = 10 μm

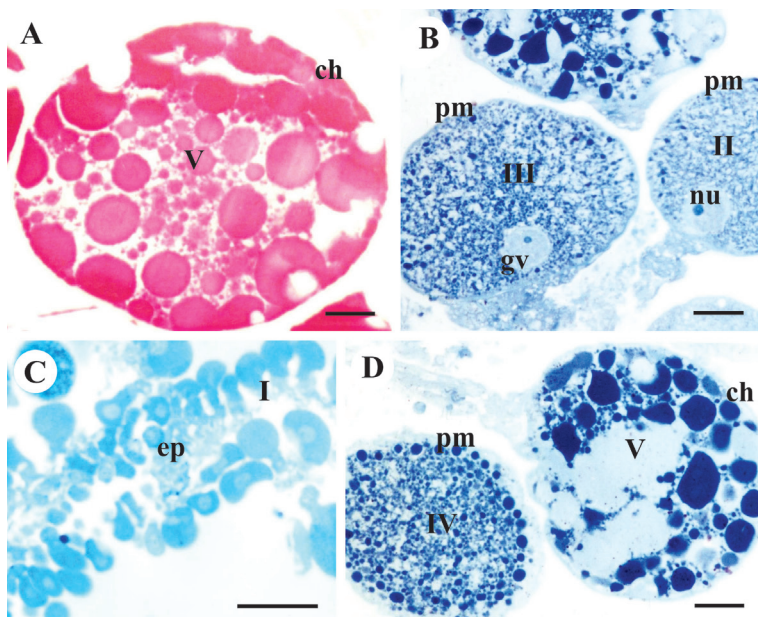
Figura 4.16 – Secções histológicas do ovário de *Rhipicephalus sanguineus*.

[A] Ovócitos V (**V**), corados pelo PAS, mostrando o cório (**ch**).
[B] Detalhe dos ovócitos II (**II**) e III (**III**), corados pelo azul do nilo, mostrando a vesícula germinal (**gv**), a membrana plasmática (**pm**) e o nucléolo (**nu**).
[C] Ovócito I (**I**) e o epitélio ovariano corados pelo azul do nilo.
[D] Ovócitos IV (**IV**) e V(**V**) corados pelo azul do nilo e onde podem ser observados a membrana plasmática (**pm**) e o cório (**ch**).
Barras: [A] = 20 μm; [B], [C] e [D] = 50 μm

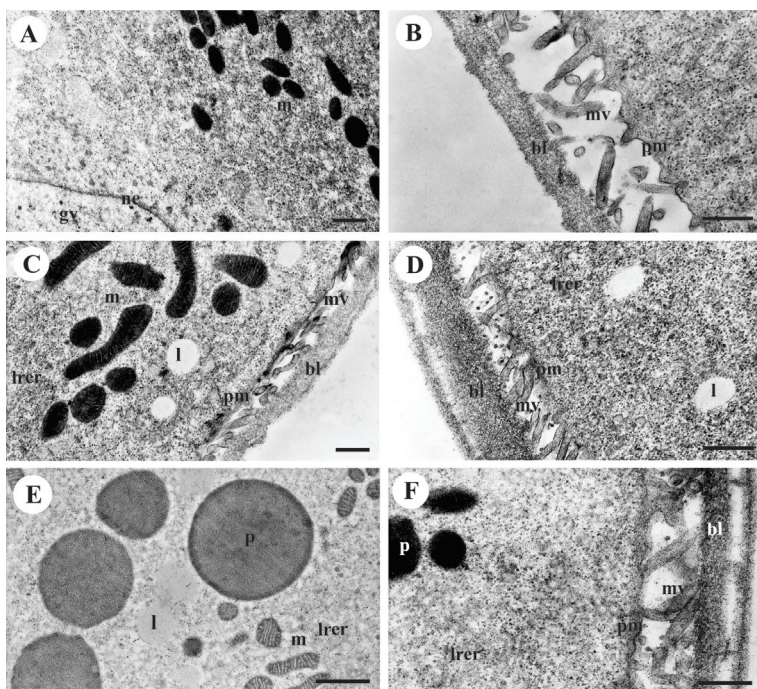
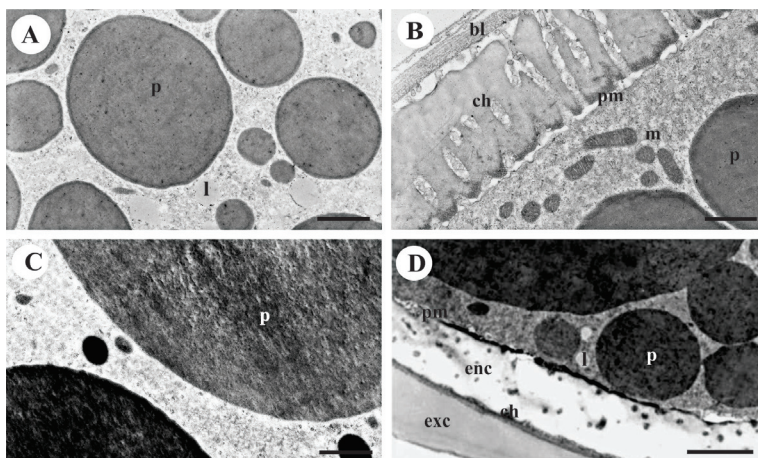
Figura 4.17 – Eletromicrografia dos ovários de carrapatos *Rhipicephalus sanguineus*.

[A] Detalhe do citoplasma próximo à vesícula germinal do ovócito I (**I**), onde podem ser observados as mitocôndrias (**m**), a vesícula germinal (**gv**) e o envoltório nuclear (**ne**).
[B] Região periférica do ovócito I (**I**) mostrando a lâmina basal (**bl**), os microvilos (**mv**) e a membrana plasmática (**pm**).
[C] Detalhe do citoplasma periférico do ovócito II, onde podem ser observados as mitocôndrias (**m**), o retículo endoplasmático rugoso (**lrer**), os lipídios (**l**), a lâmina basal (**bl**), os microvilos (**mv**) e a membrana plasmática (**pm**).
[D] Região periférica do ovócito II mostrando o retículo endoplasmático rugoso (**lrer**), os lipídios (**l**), a lâmina basal (**bl**), os microvilos (**mv**) e a membrana plasmática (**pm**).
[E] Detalhe do citoplasma do ovócito III, onde podem ser observados as mitocôndrias (**m**), o retículo endoplasmático rugoso (**lrer**), os lipídios (**l**) e as proteínas (**p**).
[F] Região periférica do ovócito III mostrando a lâmina basal (**bl**), os microvilos (**mv**), a membrana plasmática (**pm**), o retículo endoplasmático rugoso (**lrer**) e as proteínas (**p**).
Barras: [A] = 1 μm; [B] = 1 μm; [C] = 1 μm; [D] = 1 μm; [E] = 2 μm; [F] = 1 μm.

Figura 4.18 – Eletromicrografia do ovário de carrapatos *Rhipicephalus sanguineus*.

[A] Detalhe do citoplasma do ovócito IV, onde podem ser observados os lipídios (**l**) e as proteínas (**p**). [B] Região periférica do ovócito IV mostrando a lâmina basal (**bl**), o cório (**ch**), a membrana plasmática (**pm**), as mitocôndrias (**m**) e as proteínas (**p**). [C] Detalhe do citoplasma do ovócito V, onde podem ser observadas as proteínas (**p**). [D] Região periférica do ovócito V mostrando o cório (**ch**), subdividido em exocório (**exc**) e endocório (**enc**), a membrana plasmática (**pm**), os lipídios (**l**) e as proteínas (**p**).
Barras: [A] = 4 µm; [B] = 2 µm; [C] = 4 µm; [D] = 5 µm.

Referências

BALASHOV, Y. S. A translation of bloodsucking ticks (Ixodidae) vectors of diseases of man and animals. *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, [S.l.], v.8, p.159-376, 1972.

________. The female reproductive system. In: ________. (Org.). *An Atlas of Ixodid Tick Ultrastructure*. Russian: Entomological Society of America, 1983, p.98-128.

DENARDI, S. E. et al. Morphological characterization of the ovary and vitellogenesis dynamics in the tick *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, Amsterdam, v.125, p.379-95, 2004.

OLIVEIRA, P. R.; CAMARGO-MATHIAS, M. I.; BECHARA, G. H. *Amblyomma triste* (Koch, 1844) (Acari: Ixodidae): morphological description of the ovary and of vitellogenesis. *Experimental Parasitology*, San Diego, v.113, p.179-85, 2006.

________. Vitellogenesis in the tick *Amblyomma triste* (Koch, 1844) (Acari: Ixodidae). Role for pedicel cells. *Veterinary Parasitology*, Amsterdam, v.143, p.134-9, 2007a,

________. *Amblyomma triste* (Koch, 1844) (Acari: Ixodidae) Ovaries: an ultrastrucutural analysis. *Experimental Parasitology*, San Diego, v.116, p.407-13, 2007b.

OLIVEIRA, P. R. et al. Morphological characterization of the ovary and oocytes vitellogenesis of the tick *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). *Experimental Parasitology*, San Diego, v.110, p.146-56, 2005a.

________. Comparison of the external morphology of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) ticks from Brazil and Argentina. *Veterinary Parasitology*, Amsterdam, v.129, p.139-47, 2005b.

RICARDO, A. J. et al. Ultrastructural detection of protein, lipids and carbohydrates in oocytes of *Amblyomma triste* (Koch, 1844) (Acari: Ixodidae) during the vitellogenesis process. *Tissue and Cell*, Essex, v.39, p.203-15, 2007.

SAID, A. E. A contribution to the anatomy and histology of the female reproductive system of *Ambyomma cajennense* (Acarina: Ixodidae). *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, Cairo, v.22, p.385-93, 1992.

SAITO, K. C. et al. Morphological, histological, and ultrastructural studies of the ovary of the cattle-tick *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, Amsterdam, v.129, p.299-311, 2005.

SANCHES, G. S.; BECHARA, G. H.; CAMARGO-MATHIAS, M. I. Ovary and oocyte maturation of the tick *Amblyomma brasiliense* Aragão, 1908 (Acari: Ixodidae). *Micron*, Oxford, v.41, p.84-9, 2009.

SONENSHINE, D. E. The female reproductive system. In: ________. (Org.). *Biology of Ticks*. New York: Oxford University Press, 1991, p.280-304.

TILL, W. M. *A contribution to the anatomy and histology of the brown ear tick:* Rhipicephalus appendiculatus Neumann. Amsterdam: Swets & Zeitlinger Publishers, 1961.

5
Sistema traqueal

Pablo Henrique Nunes,
Patrícia Rosa de Oliveira, Sandra Eloisi Denardi,
Maria Izabel Camargo Mathias

Nos carrapatos, assim como nos insetos, as trocas gasosas ocorrem pelo sistema traqueal e não por meio de pigmentos respiratórios como nos vertebrados e em muitos outros animais terrestres. O sistema traqueal está presente em todos os estágios de ninfas e adultos, estando ausente nos estágios embrionários e larvais, que dependem quase que totalmente do transporte direto de gases pela delgada superfície cuticular (Serra-Freire, 1983; Hoskins; Woody, 1991; Sonenshine, 1991; Ribeiro, 1995).

O sistema traqueal dos carrapatos consiste em um sistema de tubos que se ramificam por todo o corpo, partindo de um par de espiráculos e se ramificando em traqueias menores, terminando em feixes de traqueíolas mais finas, que penetram nos tecidos e conduzem oxigênio atmosférico (Sonenshine, 1991; Balashov, 1983). Grandes troncos traqueais estendem-se dos espiráculos e ramificam-se em traqueias menores. As ramificações dos troncos traqueais terminam em feixes de traqueíolas muito finas que se conectam a todos os órgãos internos dos carrapatos (Sonenshine, 1991; Balashov, 1983).

Anatomicamente, a traqueia inclui um vasto sistema de tubos ramificados que proveem todos os órgãos e tecidos ao longo do corpo do carrapato. Histologicamente, os troncos traqueais e traqueias são semelhantes. Cada traqueia é um tubo de parede fina, revestida com

cutícula e por células epiteliais, normalmente em uma única camada. A íntima cuticular não é um revestimento simples, mas sim composta por dobras em espiral, as tenídias. Assim como nos insetos, a traqueia termina em tubos minúsculos, as traqueíolas que penetram nos tecidos e entre as células (Sonenshine, 1991; Balashov, 1983).

Figura 5.1 – [A] Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) de fêmeas de *Amblyomma cajennense* mostrando visão geral das glândulas salivares (**gl**) e com grande quantidade de traqueias (**tr**). [B] Detalhe da glândula salivar (**gl**) mostrando uma traqueia (**tr**) entre os ácinos.

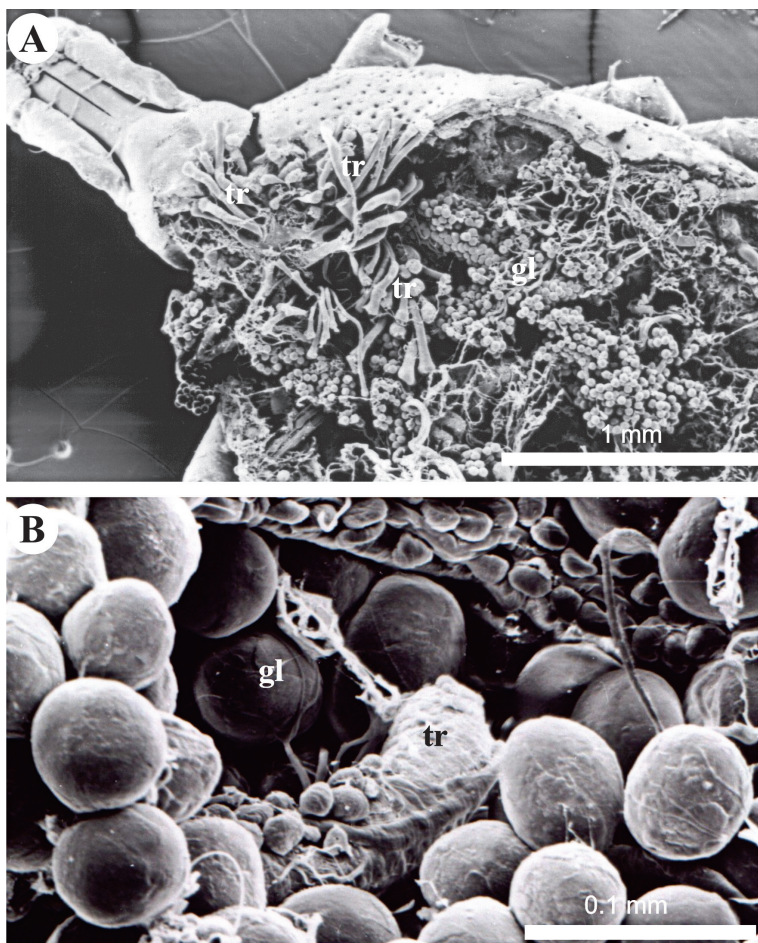



Figura 5.2 – Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) das glândulas salivares (**gl**) de *Amblyomma cajennense* com traqueias (**tr**) entre os ácinos.

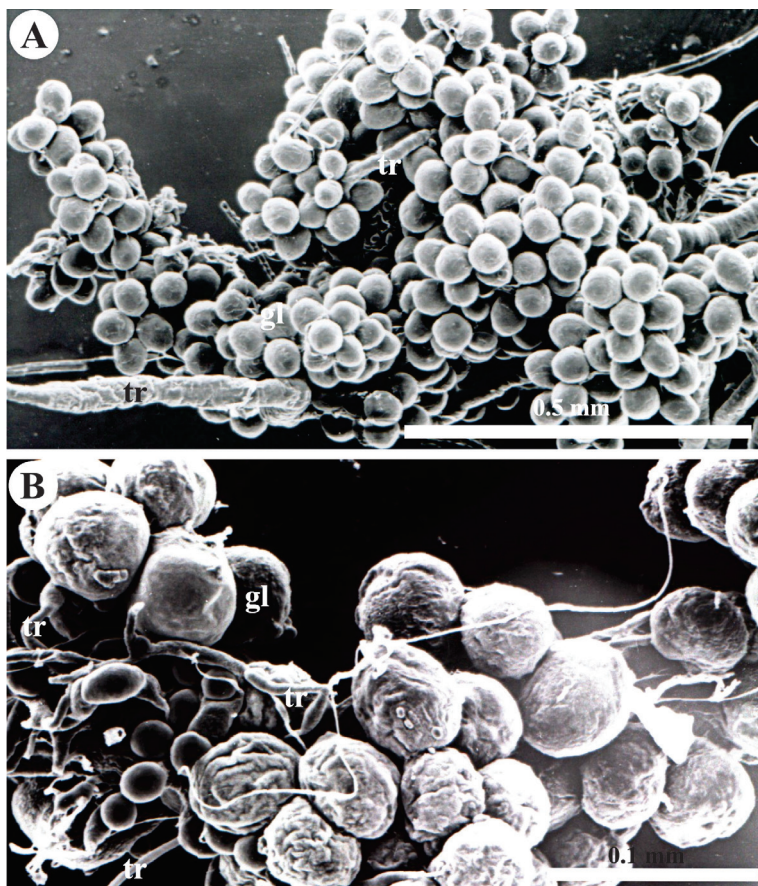



Figura 5.3 – Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) das glândulas salivares (**gl**) de *Amblyomma cajennense* com traqueias entre os ácinos.

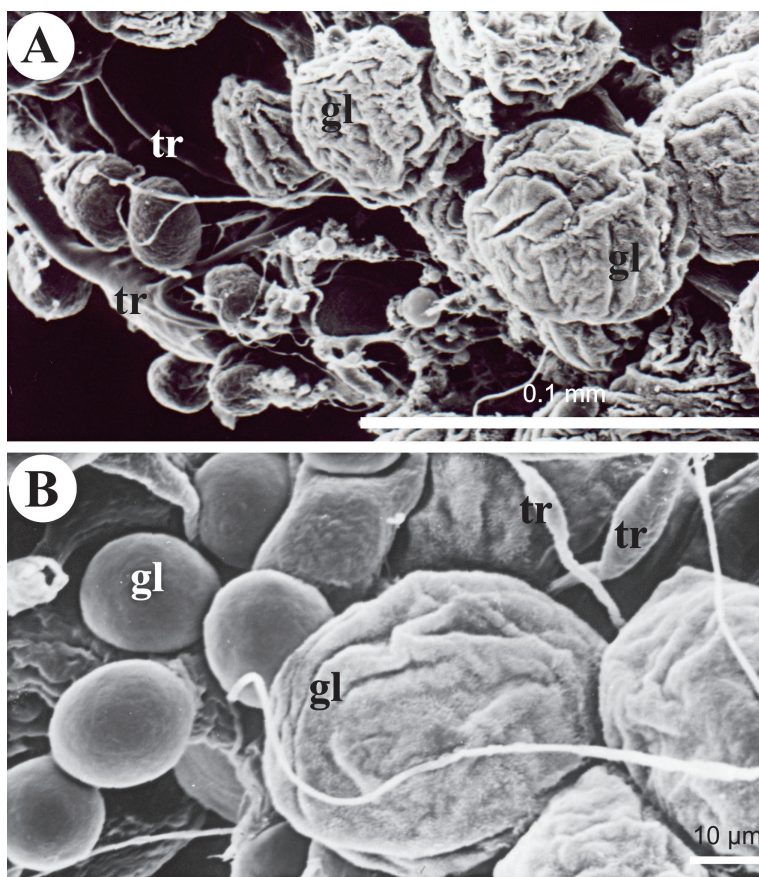



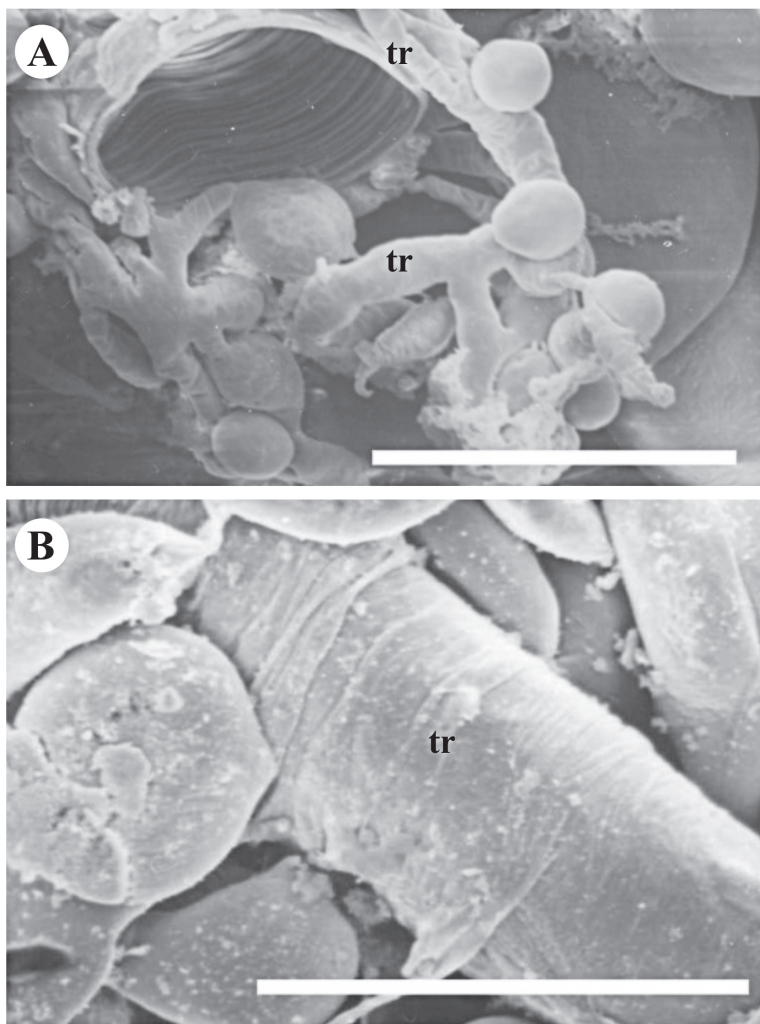
Figura 5.4 – Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) das traqueias (**tr**) e do corpo gorduroso de fêmeas semi-ingurgitadas de carrapatos *Amblyomma cajennense* mostrando trofócitos cúbicos (**trC**).

Barras [A] e [B] = 2 µm

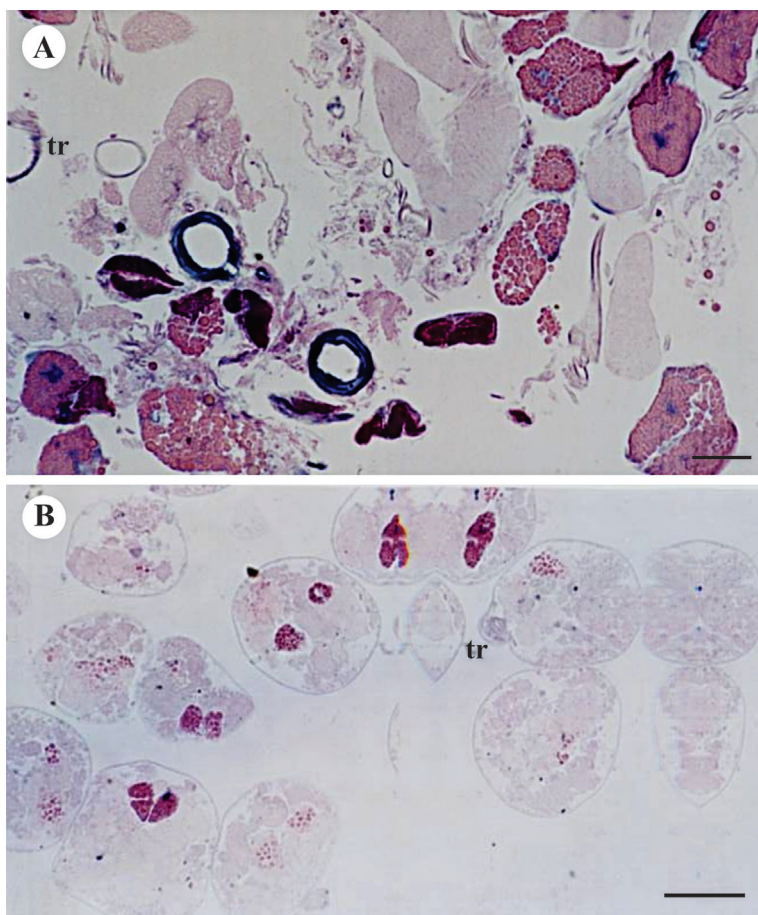
Figura 5.5 – Secções histológicas de glândulas salivares de carrapatos *Rhipicephalus sanguineus* coradas pela H-E.

[A] Visão geral onde podem ser observados vários ramos traqueais.
[B] Detalhe de parte das traqueíolas (**tr**).
Barras: [A] = 0,1 m; [B] = 0,02 mm

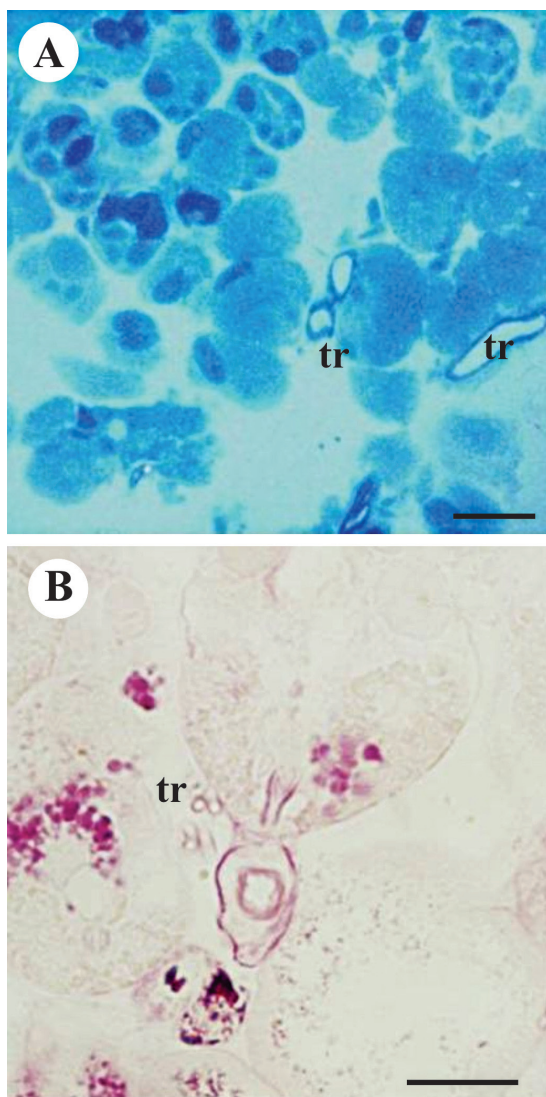
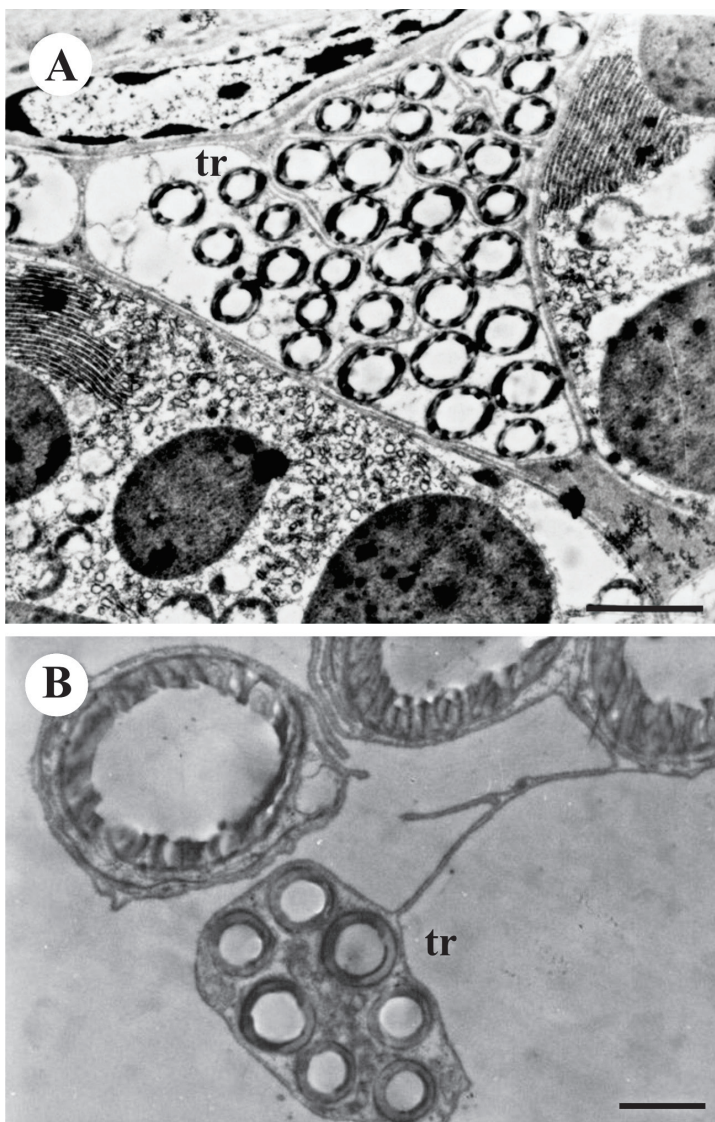
Figura 5.6 – Secções histológicas de glândulas salivares de carrapatos *Rhipicephalus sanguineus* mostrando a presença de traqueíolas (**tr**).

[A] Cortes transversais e oblíquos das traqueíolas coradas pelo azul de nilo.
[B] Detalhe de algumas traqueíolas, coradas pelo PAS, chegando até os ácinos glandulares.
Barras: [A] = 0,1 m; [B] = 0,02 mm

Figura 5.7 – Eletromicrografias de traqueíolas chegando às glândulas salivares de carrapatos *Rhipicephalus sanguineus*.

[A] Visão de várias traqueíolas (**tr**) seccionadas transversalmente.
[B] Detalhe das traqueíolas (**tr**).
Barras: [A] = 1 μm; [B] = 2 μm.

Referências

BALASHOV, Y. S. *An atlas of ixodid tick ultrastructure*. Trad. Alexander S. Raikhel. Ed. Harry Hoogstraal. Lanham: Entomological Society of America, 1983. (Special publication)

HOSKINS, J. D.; WOODY, B. J. Tick information sheet. The brown dog tick. *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806). *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v.21, n.1, 1991, p.99-101.

RIBEIRO, J. M. C. How ticks make a living. In: *Parasitology Today*. Cambridge: Elsevier Science Publishers, v.11, n.3, 1995, p.91-3.

SERRA-FREIRE, N. M. Tick paralysis in Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, v.15, 1983, p.124-6.

SONENSHINE, D. E. *Biology of Ticks*. New York: Oxford University Press, v.1, 1991.

Sobre os autores

André Arnosti é doutor (2011) em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro.

Bruno Rodrigues Sampieri é doutorando em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro.

Carolina Parga Martins Pereira é graduada (2010) em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro, e mestranda em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP).

Débora Caperucci possui doutorado (2010) em Biologia Celular e Molecular pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro.

Erika Takagi Nunes é doutora (2011) em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro, e é professora adjunta do Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFSC).

Gervásio H. Bechara é doutor em Farmacologia pela Universidade de São Paulo (USP) *campus* de Ribeirão Preto. Atualmente é professor do departamento de Patologia Veterinária da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Jaboticabal.

Gislaine Cristina Roma é doutora (2007) em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro.

Gustavo Seron Sanches é doutor (2009) em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro.

Izabela Braggião Calligaris é doutora (2006) em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro.

Karim Christina Scopinho Furquim é doutora (2007) em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro.

Luís Flávio da Silva Costa é mestre (2012) em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro. É professor titular da Universidade do Grande ABC.

Maria Izabel Camargo Mathias é doutora (1993) em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro. É professora titular do departamento de Biologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro.

Pablo Henrique Nunes é doutor (2009) em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro. É assistente de suporte acadêmico IV da Unesp.

Patrícia Rosa de Oliveira é doutora (2010) em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro..

Paula Desjardins Brienza é mestranda em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal de Lavras (Ufla).

Sandra Eloisi Denardi é doutora (2008) em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro.

Dentre os artrópodes, os carrapatos, parasitas hematófagos de vertebrados, têm sido objeto de preocupação da população mundial, visto que, além de veicular patógenos a seus hospedeiros, podem trazer prejuízos à produção de leite, carne e couro, quando infestam animais de produção. Destacam-se também as implicações desses ectoparasitas na sociedade urbana, em que espécies que têm como hospedeiros preferenciais cães e gatos adquiriram resistência a métodos artificiais de controle e o consequente sucesso adaptativo, tornando-se uma problemática no ambiente doméstico. Diante disso, pesquisas nas mais diversas áreas são importantes para a integração dos conhecimentos sobre biologia, morfologia, comportamento e genética de carrapatos e para o desenvolvimento de estratégias que impeçam a disseminação desses animais.

Nesta obra, os autores apresentam suas pesquisas que tratam especificamente da morfologia interna e dos diferentes órgãos de ixodídeos (sistema digestório, glândulas salivares, corpo gorduroso, sistema reprodutor feminino e sistema traqueal). Por meio de imagens, este livro tem por objetivo auxiliar profissionais e estudantes que têm interesse no entendimento da organização tecidual interna de carrapatos.

Maria Izabel Camargo Mathias é doutora (1993) em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Rio Claro, e professora titular do departamento de Biologia da mesma instituição.

ISBN 978-85-393-0480-6